Tome XIV (1927) N° 4 Octobre-Décembre 1927

# REVUE

DE

# PATHOLOGIE VÉGÉTALE

ET

# D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE

Paraissant tous les trois mois

**Abonnement.** — Pour les personnes étrangères à la Société, le prix de l'abonnement a été porté depuis le 1er janvier 1927 à 30 francs pour la France et à 45 francs pour l'étranger ; il doit être adressé aux Presses Universitaires, 49, boulevard Saint-Michel, Paris-V°

**Communications.** — A partir du 1er janvier 1928 les communications doivent être adressées à M. VAYSSIÈRE, *Secrétaire général*, 16, rue Claude-Bernard, Paris-V°.

**Séances.** — Les séances de la Société ont lieu, au Siège Social, le premier vendredi de chaque mois. Ces séances sont suspendues pendant les mois d'août et de septembre.

*Siège Social : 63, rue de Buffon, PARIS-V°*

## SOMMAIRE

Séance du 7 octobre 1927, p. 238. — Séance du 4 novembre 1927, p. 242. — M. et Mme Magrou : Radiations émises par le *Bacterium tumefaciens*, p. 244. — V. Ducomet : Rouille des céréales et rendement, p. 247. — Séance du 2 décembre 1927, p. 253. — C. Perret : Les maladies de la Pomme de terre dans le Forez, p. 259. — S. S. Kharbush : Étude cytologique sur le *Phyllachora graminis* p. 267. — P. Hauduroy : Le Bactériophage de d'Hérelle, p. 272. — L. Blaringhem : Sur une monstruosité du seigle vivace. *Secale montanum* Guss, et l'identité des réactions au climat humide ou à l'état d'hybridations, p. 303. — Bibliographie : Trajan Savulescu et Sanda : Essais expérimentaux, traitement par le formol des semences de betterave à sucre, p.307. — Cesaré Sibilia : *Il bacteriophago nella patologia vegetale*, p. 309. — Errata, p. 314. — Table des matières, p. 315.

## Procès-verbal

## de la séance du 7 octobre 1927

---

La séance est ouverte sous la présidence de M Louis DE VILMORIN, vice-président, qui présente les excuses de M. COSTANTIN, actuellement souffrant, et forme des vœux pour le rétablissement de notre Président. Sont également excusés MM. HEIM et Jacques DE VILMORIN.

Le procès verbal de la dernière séance est adopté après lecture.

*Sont admis membres de la Société* :

MM. CHARTIER (F.), Professeur de Sciences Naturelles au Collège Chaptal, 67, boulevard Voltaire, Paris, présenté par MM. MARCHAL et VAYSSIÈRE ; — EMBERGER (L.) Botaniste à l'Institut Scientifique, avenue Moulay-Youssef, Rabat (Maroc), présenté par MM. MAIRE et P. VAYSSIÈRE ; — HUMBERT H., Chef des Travaux, Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences, Alger, présenté par MM. R. MAIRE et P. VAYSSIÈRE ; — JAEGHER (Abbé de) Secrétaire de la Fédération Houblonnière du Pays de Poperinghe (Belgique), présenté par MM. COSTANTIN et FOEX ; — PRUDHOMME (E.), Directeur de l'Institut National d'Agronomie Coloniale, Nogent-sur-Marne (Seine), présenté par MM. FOEX et MAUBLANC ; — PUZENAT (L.), 24, rue François Bonvin, Paris (15e), présenté par MM. L. MANGIN et P. BIERS ; — WOORMSER, Institut des Recherches Agronomiques de Saïgon, présenté par MM. FRON et MAUBLANC ; — ZUHDI (M.), Ingénieur de

l'Institut agricole de Toulouse, Poste restante à Toulouse (Haute-Garonne), présenté par MM. Nicolas et Rives.

*Présentations.* — MM. Barthelet, Ingénieur agricole, préparateur à la Station Centrale de Pathologie végétale, Etoile de Choisy, route de Saint-Cyr, Versailles (Seine-et-Oise), présenté par MM. Arnaud et Foex; Nestor de la Bouteillère, Ingénieur agricole, préparateur à la Station de Pathologie végétale de Rennes, 4, boulevard Magenta, Rennes (Ille-et-Vilaine), présenté par MM. Duboys et Foex ; Henri Copin, Ingénieur agricole licencié ès Sciences, 30, rue du Maréchal Joffre à Bonnetable (Sarthe), présenté par MM. Duboys et Foex ; Millasseau, préparateur à la Station Centrale, de Pathologie végétale Étoile de Choisy, route de Saint-Cyr, Versailles, présenté par MM. Arnaud et Foex ; E. Pagniez, fils, grainetier chimiste, 49, rue de la Mairie, Douai (Nord), présenté par MM. Lhoste et Routier ; Jean Séguéla, La Bastide de Séron (Ariège), présenté par MM. Fron et Maublanc.

*Communications imprimées* : *Bulletin de la Fédération française des Sociétés de Sciences Naturelles*, n° 3, mai 1927, imprimerie René Jacqueline, Saint-Lô. — *Conseil International des Recherches. Publications de l'Union internationale des Sciences biologiques*, n° 2, octobre 1926. *Comptes rendus de la 4e Assemblée générale*, tenue à Paris les 19 et 20 mai 1926. Les Presses Universitaires de France. — *Mémoires de la Société d'Agriculture du département de la Seine-et-Oise*, Versailles, 1927. — *Annales des Epiphyties*, 13e année, n° 1, janvier-février 1927. — Robert Régnier et Roger Pussard : *Le* Campagnol des champs (Microtus Arvalis Palles) et sa destruction (*Annales des Epiphyties*, XII, VI, 1926). — *Department of Land and Agricultural Journal*, vol. XXVIII, n° 1, Dublin, 1927. — *The Review of Applied Entomology*, series A ; *Agricultural*, vol. XIV, ser. A., title page and index, issued August 1927 ; vol. XV, ser.A, part. 6, june 1927 ; part. 7, July 1927 ; part. 8, August 1927 ; part. 9, September 1927. — L. Petri : *Bolletin della R. Stazione de Pathologia vegetale*, A. XVII. — *The Tea Research Institut of Ceylon Bulletin*, n° 1, A report for the year 1926. — C.-W. Culpepper and C.-A. Magoon : *A study of the factors determining quality in sweet corn* ; *reprinted from journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 5, Washington D. C. March. 1, 1927. — Harter and W.-A. Whitney : Relation of soil and soil moisture to the infection of sweet Potatoes by the stem tor organisms (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 5, March 1, 1927). — W. Taylor : A morphologic and biometric comparaison of Cronartium and Cronartium occidentale in the aecial stage(*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 9, March 15, 1927). — W.-H. Tisdale, L. -E. Melchers and H.-J.

Lemmer : Strain of kernel smuts of Sorghum, Sphacelotheca and S. cruenta. (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 9, May 1927). Kearnay, T.-H. and Peebles, R.-H. : Inheritance of rate of sheding in a Cotton hybrid. (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 10, May 15, 1927). — Harter, L.-L. and Whitney W.-A : The comparative susceptibility of Sweet Potato varieties to Stem rot (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXII, n° 10, May 15, 1927). — Harter, I.-L. and Whitney, W.-A. : Mottle necrosis of Sweet Potatoes (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 10, May 15, 1927). — H.-I. Shantz and L.-N. Piemeisel : The water requirement of plants at Akron Colo. (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 12, June 15, 1927). — W.-H. Tisdale and M.-A. Griffiths : Variants in Ustilago nuda and certain host relationships (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 11, June 1, 1927). — C.-L. Shear and B.-O. Doidge : Life history and heterothallism of the red bread-mold fungi of the Molinia sitophila group. (*Journal of Agricultural Research*, vol. XXXIV, n° 11, June 1, 1927). — R.-D. Randsand Sidney and F.-S. Sherwood : Yield tests of disease resistant Sugar cane in Louisiana. (*United States Department of Agriculture, Department Circular* n° 418, June 1927). — W.-H. Tisdale. C.-E.-E. Leighty and B. Kœler : Further studies on flag smut of Wheat (*United States Department of Agriculture, Department Circular*, n° 424, July 1927). — *Transaction of the Siberian Academy of Agriculture and Forestry*, vol. VI, n° 9, Omsk 1926).

*Communications écrites.* — T. Savulescu et C. Sandu : Essais expérimentaux. Traitement par le Formol des semences de Betteraves à sucre.

*Communications orales.* — M. Williaume présente au nom de M. B. Trouvelot et en son nom personnel une nouvelle édition de son traité « Manuel guide des traitements insecticides et fongicides des arbres fruitiers ». Paul Lechevalier, 12, rue de Tournon (Paris).

Le Président félicite M. Williaume au sujet de cet intéressant ouvrage dont la première édition a déjà obtenu un légitime succès.

M. Williaume fait ensuite connaître son exposé des mieux documentés de la question des propriétés physiques des insecticides à laquelle il se consacre depuis plusieurs années.

Le Président souligne l'intérêt que présente cette com-

munication qui dénote de la part de son auteur une profonde connaissance d'un sujet extrêmement complexe.

M. Foex fait passer sous les yeux des assistants un certain nombre de photographies de maladies du Tabac qui ont sévi cette année dans plusieurs parties de la France. Il insiste en particulier sur les dégats que des nématodes qui attaquent la tige, déterminent dans quelques plantations d'ailleurs peu nombreuses et peu étendues du Bas-Rhin.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée.

## Procès-verbal

## de la séance du 4 novembre 1927

---

Présidence de M. L. de Vilmorin, *vice-président.*

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le Président a le vif regret de faire part du décès de notre collègue M. Vermorel, membre de l'Académie d'Agriculture, membre bienfaiteur de notre Société.

Par suite des présentations faites à la dernière séance sont nommés membres de la Société :

MM. Barthelet, Ingénieur agricole, préparateur à la Station Centrale de Pathologie végétale, Étoile, de Choisy, route de Saint-Cyr, Versailles (Seine-et-Oise), présenté par MM. Arnaud et Foex ; — Nestor de la Bouteillère Ingénieur agricole, préparateur à la Station de Pathologie végétale de Rennes, 4 boulevard Magenta, Rennes (Ille-et-Vilaine), présenté par MM. Duboys et Foex ; — Henri Copin, Ingénieur agricole licencié ès Sciences, 30, rue du Maréchal-Joffre à Bonnetable (Sarthe), présenté par MM. Duboys et Foex ; — Millasseau, Préparateur à la Station Centrale de Pathologie végétale, Étoile de Choisy, route de Saint-Cyr, Versailles, présenté par MM. Arnaud et Foex. ; — E. Pagniez, fils, grainetier-chimiste, 49, rue de la Mairie, Douai (Nord), présenté par MM. Lhoste et Routier ; — Jean Séguéla, La Bastide de Séron (Ariège), présenté par MM. Fron et Maublanc.

*Communications orales.* — M. Ducomet expose les résultats de ses dernières recherches sur les rouilles des Céréales.

M. Magrou décrit les récentes expériences qu'il a faites sur le *Bacterium tumefaciens*, d'où il résulte que cette bactérie émet des radiations qu'une lame de quartz laisse passer.

M. Millasseau présente une communication sur une maladie bactérienne du Blé, qu'il a observée récemment en France.

A propos de cette dernière note, M. Ducomet signale que l'origine américaine de cette affection reste à démontrer, et que, si les Américains l'ont signalée chez eux en 1913, il l'a lui-même observée la même année à Ploërmel (Morbihan). Depuis, elle a été retrouvée en Europe à diverses reprises. Elle existait en 1926 en Angleterre, d'après M. Foex.

La séance est levée.

## *Radiations émises par le « Bacterium tumefaciens »*

par J. MAGROU et Mme M. MAGROU

De l'Institut Pasteur.

---

Dans une communication antérieure, l'un de nous (1) a montré que chez les tumeurs de la Tomate produites par le *Bacterium tumefaciens*, ce microorganisme se développe abondamment dans les tissus superficiels de la galle, formés de cellules adultes ou mortes, alors qu'il fait défaut dans les îlots néoplasiques en voie d'accroissement. A moins de supposer, comme l'on fait récemment MM. d'Hérelle et Peyre (2), que le *Bact. tumefaciens* existe dans les cellules génératrices de la tumeur sous une forme infravisible, on est forcé d'admettre qu'il agit à distance sur ces cellules. Cette action à distance pourrait être attribuée à une toxine ou à une substance chimique émanée des parasites et venant au contact des cellules aptes à se diviser. Nous nous sommes demandé si on ne pourrait l'attribuer aussi, sans invoquer la nécessité d'un contact chimique, à une radiation émise par les bactéries, qui serait capable de provoquer des divisions cellulaires en excès dans les tissus meristématiques.

Pour vérifier cette hypothèse, nous nous sommes inspirés des expériences par lesquelles M. Gurwitsch (3) a

(1) J. Magrou, *Rev. Pathol. végét. et Entomol. agric.*, t. XIV, fas. 1. 1927, p. 45.
(2) *C. R. Acad. des Sciences*, t. CLXXXV, juillet 1927, p. 227.
(3) A. Gurwitsch, *Arch. f. Entw. Mech*, t. C, 1923, p. 11 ; *C. R. Soc. de Biol.*, t. XI, p. 87, 1924.

montré que divers tissus embryonnaires végétaux et animaux émettent un rayonnement capable de provoquer à distance des caryocinèses dans un autre tissu en voie de croissance.

L'une des racines en voie de croissance d'une bulbe d'Oignon est immobilisée, en position verticale, dans un tube de verre interrompu à sa partie inférieure, sur une longueur de 3 à 4 millimètres, correspondant à la zone de croissance. La racine est arrosée de façon continue pendant toute la durée de l'expérience, de telle sorte que sa portion libre est entourée d'un manchon d'eau courante. L'axe de cette zone libre est visé par une pipette horizontale finement effilée, renfermant une suspension de *Bact. tumefaciens* dans du bouillon nutritif. La suspension affleure l'extrémité effilée, maintenue à quelques millimètres de distance de la racine en expérience. Les choses sont laissées en place pendant trois heures, après quoi l'extrémité inférieure de la racine est débitée en coupes en série, parallèlement au plan qu'avaient déterminé la racine et la pipette. On compte, dans toute la série des coupes, les mitoses situées de part et d'autre de la ligne médiane, et l'on constate qu'au voisinage du plan vertical défini par l'axe de la racine et la pointe effilée, elles sont notablement plus nombreuses dans la moitié exposée à l'émulsion microbienne que dans la moitié opposée. On trouve en moyenne, pour neuf expériences, un excès de 26 %, les caryocinèses comptées dans chaque racine étant au nombre de plusieurs milliers. Le résultat est le même si l'on interpose, entre la racine et la suspension bactérienne, une lame de quartz de 0,5 mm. d'épaisseur ; l'action observée est donc bien due à une radiation et non à un produit chimique volatil, qui serait arrêté par l'écran de quartz.

Nous avons cherché si d'autres cellules vivantes ne seraient pas capables, aussi bien que les cellules de la racine d'Oignon, de déceler ce rayonnement. Des œufs d'Oursin (*Paracentrotus lividus*), aussitôt après la fécondation, ont été placés à quelques millimètres de distance d'une suspension de *Bact. tumefaciens* ; une lame de quartz

était interposée entre les bactéries et les œufs. Tandis que les œufs témoins ont donné, en quarante-huit heures, des *pluteus* d'aspect tout à fait normal et doués de mouvements très actifs, les œufs exposés ont fourni, au bout du même temps, des larves presque immobiles et de forme très aberrante, dépourvues de bras, à squelette réduit. Malheureusement, par suite de l'état défectueux des œufs d'Oursin dont nous disposions, nous n'avons pu mener que deux expériences jusqu'au stade *pluteus*. Nous signalons donc ce résultat sous réserve des vérifications que nous nous proposons de faire dès le retour de la saison favorable.

## *Rouilles des Céréales et Rendement*

**par V. DUCOMET**

Professeur à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

---

Bien que les rouilles sévissent parfois avec une très grande intensité, il ne semble pas que l'on se soit préoccupé de déterminer d'une façon précise leur influence sur la récolte. Cette imprécision, jointe à ce fait que certaines années et sur certaines variétés la récolte marchande peut être très belle après de violentes attaques de Rouilles, porte même certains esprits à contester l'action déprimante de la maladie.

En n'examinant que la récolte marchande, on n'a pas une vision exacte du phénomène ; on ne l'a même pas en examinant le grain qui sort de la batteuse. Les déchets de criblage passent inaperçus et beaucoup de grains atrophiés restent inclus dans les épis battus. Un égrenage soigné à la main est indispensable. Mais des déterminations plus précises demandent à être faites si l'on veut arriver à chiffrer les dommages produits.

Une première difficulté se présente souvent ; elle provient du fait que les rouilles sont couramment, aux approches de la moisson pour *P. graminis*, et bien auparavant pour *P. glumarum*, des *maladies générales*, si elles ont été tout d'abord des *maladies à foyers*. Mais avec du soin et dans une culture assez étendue, on arrive assez souvent, en année moyenne, dans le cas de *P. graminis* tout au moins, à trouver des plantes très peu atteintes, sinon indemnes. Ce sont ces plantes qui vont nous servir de termes de comparaison.

Voici la méthode que nous employons.

On récolte un certain nombre R d'épis rouillés et un nombre aussi rapproché que possible R' d'épis non rouillés ; on compte le nombre des épillets dans R et R', soit $n$ et $n'$, et on égrène à la main. On obtient des nombres de grains N et N' dont on détermine les poids P et P'.

On peut alors calculer :

1° Le nombre de grains pour 100 épillets ;

$$\frac{N}{n} \times 100 = A, \qquad \frac{N'}{n'} \times 100 = A'$$

2° Le poids de 1.000 grains $\frac{P}{N} \times 1.000 = B$, $\frac{P'}{N'} \times 1.000 = B'$ ;

3° Le poids des grains de 100 épillets

$$\frac{B \times A}{1000} = C \qquad \frac{B' \times A'}{1000} = C'.$$

La relation $\frac{A}{A'} \times 100$ indique l'importance de l'avortement.

La relation $\frac{B}{B'} \times 100$ indique l'importance de la réduction du poids des grains.

La relation $\frac{C}{C'} \times 100$ exprime l'effet total de la rouille en indiquant l'importance de la réduction de récolte.

Exemple :

Dans la culture d'une variété X, on récolte 12 épis rouillés et 10 épis non rouillés. Dénombrement des épillets, dénombrement et pesée des grains donnent les résultats suivants :

$n = 192$ N = 336 P = 15 gr. 1
$n' = 160$ N' = 310 P' = 15 gr. 2.

En s'aidant de ces déterminations, on fait les calculs suivants :

Nombre de grains pour 100 épillets :

(A) $\frac{336}{192} \times 100 = 175$

(A') $\frac{310}{260} \times 100 = 193,7.$

Poids de 1.000 grains :

(B) $\frac{15,1}{336} \times 1000 = 45$ gr.

(B') $\frac{15,2}{310} \times 1000 = 49$ gr.

Poids des grains de 100 épillets :

(C) $\frac{45 \times 175}{1000} = 7$ gr. 875

(C') $\frac{49 \times 193,7}{1000} = 9$ gr. 491.

On a donc pour ce qui concerne les individus rouillés comparés aux individus non rouillés (valeur 100).

$$\frac{A}{A'} \times 100 = 90,5$$

$$\frac{B}{B'} \times 100 = 91,8$$

$$\frac{C}{C'} \times 100 = 82,9.$$

La grenaison est diminuée de 9,5 %.

Le poids des grains est abaissé de 8,2 %.

Le poids total de la récolte est diminué de 17,1 %.

Nous avons opéré de la façon indiquée sur deux blés, Paix et Vilmorin 23 semé à l'automne et au printemps, ainsi que sur deux avoines, Noire Inversable de Schribaux et Écho de Weibull. Les échantillons ont été prélevés au Centre d'expérimentation de Seine-et-Marne ; il s'agissait du *Puccinia graminis*.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

On voit que l'influence de la rouille est énorme, puisque le déficit de production varie du 10e (9,5 %) au 5e (19,8 %).

Ce déficit est lié à la fois à l'avortement de certains grains et au moindre poids des restants. L'avortement tient la première place dans un Blé (Paix) et une avoine (Noire Inversable). La diminution de poids l'emporte sur la réduction de nombre sur l'avoine Echo comme sur le blé Vilmorin 23.

| | | Nombre de grains | | Poids de 1 000 grains | | Poids de récolte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % des plantes saines | Perte % | % des plantes saines | Perte % | % des plantes saines | Perte % |
| Blés | Paix | 90 | 10 | 92,9 | 7,1 | 83,8 | 16,2 |
| | Vilmorin 23 aut | 97,3 | 2,7 | 92,9 | 7,1 | 90,5 | 9,5 |
| | Vilmorin 23 print | 95,1 | 4,9 | 85,9 | 14,1 | 80,2 | 19,8 |
| Avoines | Noire Inversable | 94,2 | 5,8 | 94,8 | 5,2 | 89,3 | 10,7 |
| | Echo | 98,1 | 1,9 | 90,5 | 9,5 | 88,8 | 11,2 |

On peut employer une autre méthode. Elle consiste dans la préservation d'une partie de la culture grâce à des traitements enticryptogamiques répétés. Cette méthode est surtout recommandable dans le cas de *P. glumarum*, en raison de sa précocité. Mais il n'est plus logique de déterminer le nombre de grains par 100 épillets, car il peut y avoir réduction dans la dimension des épis. Il nous paraît plus rationnel de dénombrer à l'unité de surface. On a :

Poids de récolte..... P
Poids de 1 000 grains ..... *p*
Nombre de grains..... $N = \frac{P}{p} \times 1000.$

C'est de cette façon que nous avons opéré à Grignon. M. Schad, chef de travaux, a fait cinq pulvérisations de bouillie bourguignonne gélatinée de fin avril à la mi-juin sur plusieurs variétés, dont Bon Fermier et Noé. La notation, d'après le système que j'ai préconisé dans un travail publié en collaboration avec M. Foëx (1), a donné les résultats suivants :

| | Traité | Non traité |
|---|---|---|
| Bon Fermier (17 juin)..... | 45 | 60 |
| Noé (28 juin)..... | 45 | 85 |

La comparaison de la récolte a donné de même :

| | Poids de 1 000 grains | | Nombre de grains | | Poids total de la récolte | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | % de la partie traitée | perte % | % de la partie traitée | Perte % | % de la partie traitée | Perte % |
| Bon Fermier.. | 95,1 | 4,9 | 93 | 7 | 88,4 | 11,6 |
| Noé..... | 97,6 | 2,4 | 94,1 | 5,9 | 92,1 | 7,9 |

(1) Ducomet et Foex. — Introduction à une étude agronomique des Rouilles des Céréales (*Annales des Epiphyties*, 1925.

Comme *Puccinia graminis*, *Puccinia glumarum* a donc déterminé à la fois une réduction de nombre et une perte de poids des grains, celle-ci l'emportant dans les deux cas. Le déficit de production a atteint le 10e en moyenne. La perte est en réalité notablement plus grande, puisque la préservation n'a été que relative. Remarquons en outre qu'il n'y a pas de parallélisme quant à l'intensité apparente de la rouille et l'importance du déficit. Le déficit a été moindre sur Noé, cependant plus rouillé que Bon Fermier. Les raisons de cette anomalie apparente doivent être recherchées avant tout, semble-t-il, dans le non parallélisme quant à l'évolution de la maladie sur les diverses sortes. Des documents sur cette question seront apportés ultérieurement.

Trois remarques doivent être faites maintenant :

1° Nous ne visons pas les cas fréquents d'association des espèces de Rouilles ; il nous paraît actuellement impossible de séparer leur action propre. On ne peut songer, semble-t-il, qu'à ajouter à l'effet global la notation des intensités apparentes particulières.

2° Notre façon d'opérer avec le système de préservation permettrait d'apprécier l'importance réelle si la préservation était absolue. Il est à craindre qu'elle ne le sera pas souvent et que de ce fait on restera presque toujours au-dessous de la vérité.

3° Avec le système du choix des épis, on détermine l'influence maxima ; on exprime l'action biologique, non l'action culturale. Cette dernière, toujours inférieure, ne pourrait être déterminée que par le choix d'épis non rouillés d'une part et d'autre part par l'échantillonnage répété dans la culture, abstraction faite de la considération d'absence, présence ou abondance de Rouille.

## Procès verbal

## de la séance du 2 décembre 1927

---

Présidence de M. Louis DE VILMORIN, *Vice-Président.*

*Excusés* : MM. Jacques BENOIST, J. THUILLEAUX, J. DE VILMORIN.

Le Procès-verbal de la Séance du 4 novembre 1927 a été adopté après lecture.

*Distinctions honorifiques* : Le Bureau est heureux de faire connaître à la Société que deux de nos confrères ont été l'objet de distinctions :

M. LAVERGNE a été promu Officier de la Légion d'Honneur.

M. ROUTIER a été fait Chevalier de la Légion d'Honneur.

*Candidature* : M. POMEREAU René, Maison Canadienne, 19, boulevard Jourdan, Paris, présenté par MM. ARNAUD et FOEX.

*Communications imprimées* : *Bulletin économique de l'Indo-Chine* Renseignements, 30e année. Août-septembre 1927, Hanoï, Gouvernement général de l'Indo-Chine. — S. L. JODIDI : The production of certain enzymes by Bacterium pruni. *Reprinted from Journal of agricultural research*, vol. XXXV, nº 3. Washington D. C., August 1927, 1. — R.-E. BECKETT : Growth of fruiting parts in Gossypium cernuum. *Reprinted from Journal of agricultural research*, vol. XXXV, nº 2, Washington D. C. July 15, 1927. — J.-L. WEIMER :

Observation on some alfalfa root troubles. *United* States department of agriculture. *In cooperation with the Kansas agricultural experiment station*, Washington D. C., August, 1927. — A.-D. Shamel, C.-S. Pommeroy and R.-E. Caryl : Bud selection in the Valencia orange : progeny tests of limb variations. United States department of agriculture. *Departement bulletin*, n° 1483, Washington.

*Communications écrites*, — M. Kunolz-Lordat écrit ce qui suit :

Je vous signale la présence de Périthèces *abondants* sur un jeune chêne (de 7 à 8 ans) dans la région de Nant (Vallée de la Dourbi au pied des pentes *Est* du Causse du Larzac). La station se trouve exactement sur un affleurement silicieux, sis entre Nant et Saint-Jean du Bruel, au bord de la route. Elle est reconnaissable à la présence de *Calluna vulgaris* et de *Castanea vesca* dans une forêt de Pins sylvestres.

« C'est une région humide. L'été 1927 y a été pluvieux comme dans tout le massif central. Il semble donc que l'opinion de M. Jœssel sur une adaptation progressive du *Microsphera quercina* en Europe doive être prise en considération, la sécheresse passant au second plan ».

M. Perret : Les maladies de la pomme de terre en 1927, dans le Forez.

*Communications orales.* — M. Millasseau : Le Mildiou du Houblon (*Pseudoperonospora Humuli*).

Au sujet de la communication de M. Millasseau, M. Ducomet fait quelques remarques. Il déclare que, pourvu qu'on s'adresse à un pied de Houblon, qui a été nettement et fortement infecté par le *Pseudoperonospora Humuli*, il n'est pas difficile de trouver le mycélium de ce champignon à l'intérieur de la souche. Si l'on ne rencontre pas toujours la Peronosporacée dans certaines des pousses émises par cette dernière, sans doute est-ce par suite de phénomènes analogues à ceux qu'on observe dans bien des plantes parasitées par certains champignons (les uredinées, par exemple). C'est ainsi que, chez un individu d'*Anemones coronaria* envahi par le *Puccinia*

*Pruni spinosae*, tandis que les pousses de fin de saison sont saines, celles du printemps sont parasitées.

Dr Hauduroy : Le Bactériophage.

A la suite du très brillant exposé que le Dr Hauduroy fait de la si complexe et si intéressante question qu'il a bien voulu traiter devant la Société M. Blaringhem et M. Vayssière font quelques observations.

M. Vayssière demande au Dr Hauduroy s'il a connaissance des travaux du Dr Beguet d'Alger (1).

Le Dr Hauduroy déclare qu'il les connaît.

M. Vayssière rappelle que pour le Dr Béguet, le phénomène de d'Hérelle paraît être un phénomène complexe dans lequel on crée un déséquilibre de pression osmotique des microbes par rapport aux colloïdes absorbés par ces microbes. Certains éléments sont détruits par suite d'un excès de pression intérieure et d'autres peuvent s'adapter à une pression plus basse. Cette nouvelle interprétation ne diminue pas l'intérêt de faits observés par d'Hérelle et ne préjuge en rien des résultats qui peuvent être obtenus par l'utilisation thérapeutique de ces colloïdes adaptés à une pression osmotique minima.

M. Blaringhem remercie M. le docteur Hauduroy de son intéressante communication. Il regrette le choix fait du mot bactériophage pour traduire des phénomènes qui sont avant tout des bactériolyses.

Tout fait présumer qu'il y a des microbes invisibles ; il faut éviter toutefois de prendre cette présomption pour une démonstration. La contagion des virus et leur multiplication indéfinie est bien établie ; un fait bien

(1) Béguet. Hypothèses sur le rôle de la Pression Osmotique dans les phénomènes microbiens (Archives de l'Institut Pasteur d'Alger, t. V, fasc. 1, mars 1927, pp. 25-31.

connu des horticulteurs et de quelques botanistes, étudié depuis près de cinquante ans, permet des expériences précises sur l'un d'eux.

Les Abutilons (Malvacées) sont surtout cultivées par les jardiniers pour les panachures et macules blanches, jaunes, ou verdâtres de leurs feuilles ; ils se propagent par boutures ; les millions de fragments bouturés en Europe proviennent probablement d'un seul individu fragmenté, car la panachure n'est pas transmise par le semis.

La panachure des Abutilons est contagieuse. Un Abutilon vert dont un seul bourgeon est remplacé par un bourgeon d'Abutilon panaché (greffe) devient bientôt panaché dans toutes les parties ; seuls les bourgeons très jeunes, à l'état dormant, au moment de la greffe, montrent la panachure. L'extension régulière du virus, puisqu'il y a contagion, peut être enrayée par divers procédés. Le plus commode, signalé par Linéemuth, est l'étiolement prolongé des jeunes bourgeons brusquement placés à la lumière. Le bourgeon étiolé reste jaune ; violemment éclairé lorsqu'il a acquis le tiers de son développement, il devient vert sans macules. Tout ici suggère la lyse localisée des leucites chlorophylliens, ou plutôt la lyse du pigment vert qui s'y développe normalement, il est venu à l'idée de quelques auteurs qu'il s'agit des effets d'un microbe indépendant ; mais la démonstration n'a pas été faite, et la présence effective d'un être organisé indépendant, est douteuse.

Pour étayer d'autre part la thèse de M. d'Hérelle, M. Blaringhem cite un autre fait, emprunté aussi à la biologie des plantes supérieures et très suggestif. Le *Lolium temulentum*, ou Ivraie, renferme au cours de toute sa vie les filaments d'un champignon, dont on ne connait pas les organes reproducteurs, mais qui vit à la façon des *Ustilago* sans les graines brunes de l'Ivraie, on voit une gaine continue de mycélium extérieure à l'albumen, mycélium mort et inactif, quoique toxique, sauf en un point. Fremann (1903) a montré qu'au niveau de la gemmule du jeune embryon sec de grains de *Lolium*, quelques cellules

restent vivantes qui envoyent des filaments contaminateurs au contact du massif de prolifération cellulaire de l'embryon mis en activité dès le début de la germination. Il est alors trop tard pour arrêter l'infection ; si on brûle, avant la germination sur la graine presque mûre, les parois de l'ovaire au niveau des points d'infection, on réussit à obtenir quelques graines débarrassées de leur parasite, qui donnent ultérieurement des plants de *Lolium temulentum à graines blanches* ; les descendances de ces plantes restent indemnes.

Or, les *Lolium temulentum* de toutes les contrées d'Europe et d'Asie, même ceux découverts avec le blé dans les pyramides d'Egypte renferment le champignon qui, depuis 4000 ans, par conséquent, se multiplie avec cette mauvaise herbe.

Cet exemple montre qu'il n'y a pratiquement pas de limite à l'extension indéfinie d'un germe infectieux, par simple multiplication lorsque ce germe est adapté strictement à son support.

M. L. Blaringhem dépose le manuscrit d'un mémoire intitulé : « Sur une monstruosité du Seigle Vivace (*Secale montanum* Guss.) et l'identité des réactions au climat humide ou à l'état d'hybridation ».

M. Karbush dépose une note : « Étude cytologique sur *Phyllachora graminis* ».

Le Président proclame les résultats du vote :

Votants : 113.

Majorité absolue : 57.

Ont obtenu :

| | |
|---|---|
| Foex | 112 voix |
| Guyot | 111 » |
| Picard | 108 » |
| L. de Vilmorin | 113 » |
| Willaume | 112 » |
| Blaringhem | 1 » |
| Lesne | 2 » |
| Marchal | 1 » |
| Marie | 1 » |
| Maublanc | 1 » |
| Rabaud | 1 » |
| Trouvelot | 1 » |

En conséquence, MM. Foex, Guyot, Picard, L. de Vilmorin, Willaume, sont nommés membres du Conseil d'Administration.

Ont voté : MM. Alabouvette ; Alaphilippe ; Arnaud ; Aufrère ; Ackaoui ; Ayoutantis ; Barbey ; Basset ; Beauverie ; Bengli-Papazian ; Benlloch ; Beno ; Aguilem ; Benoist (Camille) ; Benoist (Jacques); Bessonou ; Biers ; Bois ; Bonafé ; Bonnamour ; Bouvier ; Boyer ; Burr ; Cacaris ; Chabrolin ; Chappelier ; Charpentier ; Chassignol ; Chateau ; Chrestian ; Chrissement ; Villain ; Cochet ; Corbière ; Costantin ; Cotte ; Crépin ; Decrock ; Dehorne ; Delafield ; Démétries ; Dimiter ; Duboys ; Eberhard ; Falcoz ; Faure ; Gain ; Mlle Gaudineau ; Gaumont ; Gautier ; Gèze ; Gram ; Guffroy ; Guignard ; Guillemain ; Guilliermond ; Guinier ; Guyot ; Havard-Duclos ; Heim ; Henriquet ; Hoffmann ; Houard ; de Jaczewski ; Killian ; Kerel ; Kuhnholtz-Lordat ; Lasnier ; Lasseau ; Lavergne ; Lemée ; Lemoine ; Mme Marie Lemoine ; Lesne ; Linas ; Lhoste ; Loubet ; Magrou ; Maige ; Maire ; Mangin ; Marchal ; Maresquelle ; Méneret ; Mobécourt ; Molinas ; Moreau ; Munié ; Navel ; Nicolas ; Noeff ; Noury ; Peltereau ; Perret ; Piedfer ; Pinoy; Pochet ; van Poeteren ; Poutiers ; Pussard ; Quanjer ; Rabaté ; Rambousek ; Raymond ; Regnier ; Rivier ; Riza ; Robison ; Roblin ; Schaechtelin ; Schribaux ; Sélariès ; Sémichon ; Simonet ; Société d'Agriculture de Seine-et-Oise ; Sordina ; Soursac ; Suire ; Thuilleaux ; Trouvelot ; Vanderkam (Gérard) ; Vanderkam (Victor) ; Vayssière (A.) ; Vayssière (Paul) ; Vimorin ; Andrieux ; H. de Vilmorin ; R. de Vilmorin ; Mme Westerdijk ; Willaume.

Le Président fait connaître à la société que le Conseil a décidé de porter de 4 à 10 le nombre des fascicules de la *Revue de Pathologie Végétale*.

## *Les maladies de la pomme de terre dans le Forez en 1927*

**par M. Claude PERRET**

Directeur de la Station Expérimentale de Merle (Loire).

---

Les maladies des plantes étant largement influencées par les circonstances atmosphériques, il est essentiel de mentionner, au début de ce rapport, quelles ont été, en Forez, les conditions de température et d'humidité pendant les mois végétatifs de la pomme de terre. Voici les chiffres relevés à la Station météorologique d'*Estivareilles*, localité distante de 3 km. 500 de *Merle* (900 mètres d'altitude).

*Pour la température* :

| | Température maxima moyenne du mois | Normale de dix ans |
|---|---|---|
| Avril | 13°3 | 11°34 |
| Mai | 19 45 | 17 63 |
| Juin | 21 66 | 20 37 |
| Juillet | 22 96 | 25 45 |
| Août | 22 45 | 22 47 |
| Septembre | 18 43 | 19 20 |

En somme, sauf en juillet, mois relativement froid, la quantité de chaleur de l'été 1927 offre peu d'écart sur la normale.

*Pour la pluie :*

| | Humidité totale mesurée en millimètres | Normale de dix ans |
|---|---|---|
| Avril | 62,2 mm. | 70 mm. |
| Mai | 57,4 | 87 |
| Juin | 109 | 73 |
| Juillet | 115,2 | 95 |
| Août | 156,7 | 88 |
| Septembre | 57 | 69 |

La quantité de pluie reçue a été beaucoup plus élevée que la normale, spécialement en août, époque caractérisée par la grosse attaque de mildiou. Pendant les mois de juin, juillet et août, l'intervalle entre deux pluies de 10 millimètres n'a jamais été supérieur à 10 jours. Les plantes se sont donc trouvées dans d'excellentes conditions végétatives.

Des observations très nombreuses ont pu être faites sur les maladies ; en vue de réduire la longueur de ce travail, nous les classerons sous les rubriques ci-après :

### I. — La question du renouvellement des plants.

Il est encore admis par beaucoup de cultivateurs et par des professeurs d'agriculture que le renouvellement des plants est utile en soi, question de pourcentage de pieds dégénérés mis à part. On admet le coup de fouet, on croit à une levée plus régulière, à une végétation meilleure.

Pour tâcher, par un exemple probant, de résoudre le problème, j'ai cultivé, comparativement à Merle, dans un champ fumé uniformément, *deux lots d'Institut de Beauvais*. Un lot *provenant de Merle*, troisième culture, amélioré par la sélection généalogique. Un lot *importé de Bretagne*, provenant d'un champ contrôlé en 1926 avec la note 10.

Dans les deux cas, germination parfaite, levée régulière et marche de la croissance identique. Fin juillet *aucune différence de hauteur* ne pouvait se distinguer entre les parcelles.

Le pourcentage des plantes atteintes d'*enroulement* ou de *frisolée* était d'ailleurs insignifiant dans les deux lots et les rendements ont été sensiblement égaux.

Cela nous permet de conclure que le *renouvellement des plants* est seulement favorable lorsque l'état sanitaire de la semence importée est meilleur que celui de la semence indigène.

Mentionnons cependant que dans l'essai précédent nous avons comparé entre elles des semences provenant l'une et l'autre d'un climat tempéré, plutôt froid et humide. Il est possible qu'en comparant des plants d'un milieu froid avec ceux issus d'un milieu plus chaud, nous eussions eu, dans la première phase de la végétation, une légère différence de hauteur en faveur des premiers.

### II. — Etat des germes et enroulement

Des semences de *Fin de Siècle* provenant de la même lignée de 1926 ont été conservées en caisses dans deux caves différentes de Merle, l'une froide, l'autre simplement fraîche. Lors de la plantation au début de mai, les tubercules du premier local étaient si peu germés qu'il n'a pas été possible d'opérer un triage. Mais ce triage a été effectué dans les tubercules mieux germés du second local. Au moment du sectionnement, on a éliminé de la plantation 1/5 environ de tubercules à germes uniformément faibles ; aucun cas de filosité type n'existait.

Les deux lots plantés dans le même champ ont fourni des parcelles nettement différenciées, en ce sens que les tubercules triés ont fourni beaucoup moins de pieds nains et chétifs.

L'aspect du champ montrait aussi une différence dans le *degré d'enroulement* nettement plus prononcé dans l'ensemble avec les plants non triés.

### III. — Les incurvations et la fumure

De la même semence de *Fin de Siècle* a été employée dans des terrains de Merle fumés différemment, soit :

Une *terre de jardin*, terre profonde, fortement fumée.

Une terre légère, peu profonde, peu fumée

J'ai visité à plusieurs reprises les deux plantations en vue de comparer les déformations du feuillage. Au jardin, les plantes ont acquis un développement extraordinaire, avec des folioles larges, foncées, étalées. Il était difficile de saisir même à la base de légères incurvations. Dans les champs, il n'existait pas de plants nains, mais des incurvations étaient visibles sur les 2/3 des pieds. Le signe *incurvation* sur lequel on s'appuie pour reconnaître la maladie de l'enroulement n'est donc pas toujours apparent ; dans les années humides et dans les terres fortement fumées il est souvent *masqué*.

### IV. — Le flétrissement parasitaire

Cette maladie si redoutable, dont nous avions déjà l'année dernière annoncé la régression, est en voie de disparition dans la Loire. En 1927, il était tout à fait rarissime. Dans les rares pieds atteints avec ponctuations noires l'altération ne s'étendait pas à tout l'appareil radiculaire. Le pied tenait encore.

### V. — Les recherches sur le mildiou

L'invasion massive de *Mildiou* a été la grande caractéristique de 1927. Nous avons pu suivre de près l'évolution de la maladie et étudier l'action de certains agents thérapeutiques.

MM. Ducomet et Foex avaient affirmé, il y a deux ans, qu'on pouvait prévoir, par des observations faites en milieux appropriés, l'éventualité des attaques de façon à pouvoir pratiquer à bon escient des sulfatages préventifs J'ai soutenu moi-même cette opinion dans une récente communication à la *Société de Pathologie Végétale*. Je

dois dire que la marche de l'invasion de 1927 a *confirmé pleinement cette manière de voir.*

Vers le 15 juillet, M. Cubaynes, professeur d'agriculture à Montbrison, chargé d'observer les parties les plus exposées de la plaine, m'envoyait à Merle des feuilles tachées où l'un et l'autre avons reconnu le *Phytophtora infestans.* Il s'agissait d'une attaque *bénigne*, observable dans certains milieux prédisposés (400 à 350 mètres d'altitude). Les circonstances atmosphériques restant favorables à l'évolution du parasite j'ai envoyé vers le 25 juillet une *première note* aux journaux pour signaler l'apparition du Mildiou.

Il s'est produit néanmoins un *temps d'arrêt.* Mais les 6 et 7 *août* s'est déclanchée une *attaque de vaste envergure*, laquelle embrassait toute la plaine et les premiers coteaux (600 et 700 mètres d'altitude). Fait important à signaler : pour la même variété, les taches étaient de moins en moins abondantes à mesure qu'on s'élevait en altitude. Le 7 *août*, explorant la *région de Saint-Bonnet-le-Château* (850 mètres), *je n'ai trouvé aucune tache de mildiou dans les champs.* En visitant les jardins, j'ai remarqué dans *un seul, trois taches caractéristiques* avec *auréole blanche.* Cela m'a permis de jeter l'alarme immédiatement par une *nouvelle note à la presse locale*, note qui préconisait d'urgence les sulfatages.

Les jours suivants quelques taches sont apparues dans certains champs de la région de Merle, sans foyers bien circonscrits. Ce n'est que plus tard, vers les 18-20 *août*, que le danger est apparu aux cultivateurs montagnards.

La maladie a évolué du reste sans arrêt jusqu'au 8-10 septembre, époque où les plantations de la plaine et de la montagne se sont trouvées totalement noircies. Après cette date ne sont restés verts, quoique maltraités, que des ilôts de *Wolthmann* et de *Géante Bleue.*

*En somme, les cultivateurs de la montagne ont pu être prévenus à temps de l'éventualité de l'attaque. Les cultivateurs des zones basses l'ont été aussi par la première note.*

D'ailleurs même dans une zone maltraitée il n'y a *jamais atteinte d'emblée de toutes les plantations.* Il existe

des variétés moins réceptibles que d'autres. Et, dans la même variété, la *réceptivité paraît croître au fur et à mesure que l'on avance vers la maturité.* Il en résulte que les plantations hâtives sont touchées les premières, les plantations tardives ne viennent qu'après. J'ai eu, du reste, le plaisir de constater que plusieurs cultivateurs de la région de Saint-Bonnet-le-Château, malgré la difficulté de se procurer bouillie et pulvérisateur, ont sulfaté préventivement leurs pommes de terre, ce qu'ils n'avaient jamais fait encore.

*L'action des sulfatages.* — Je ne m'arrêterai pas sur l'action bien connue des sulfatages, lesquels préservent momentanément la feuille et facilitent la conservation de la récolte. Mais je tiens à signaler les faits suivants :

Le 12 *août*, à Merle, lors des sulfatages de la *Fin de Siècle* avec de la bouillie de commerce à 1 %, il existait *deux taches* de Mildiou sur l'ensemble du champ. Le 18 août *un foyer de 4 à 5 mètres de diamètre était établi* à l'endroit de l'une de ces taches, malgré le traitement cuprique. Le reste du champ était épargné. Même observation pour une parcelle de *Fleur de Pêcher* : un foyer s'est formé à l'endroit d'une tache. Le sulfatage paraît donc *gagner à être préventif*, des taches même clairsemées peuvent servir de point de départ à l'ensemencement.

Au surplus, en cas d'attaque à marche envahissante ininterrompue comme en 1927, l'effet du traitement n'est guère supérieur à 10 à 12 jours. Il faut répéter l'opération pour garantir les plantes.

*La sensibilité des variétés au mildiou.* — Le degré de sensibilité des variétés, est fort variable et j'ai pu faire certaines remarques à ce sujet ; mais la question étant connue, je ne m'y arrêterai pas.

Mentionnons cependant que la résistance des variétés n'est pas *toujours due à une maturité tardive.* La *Violette du Forez*, quoique d'arrière-saison, est très sensible au Mildiou de la feuille et au Mildiou du tubercule. *L'Industrie* plus hâtive est cependant plus résistante.

*La question de la réceptivité.* — Afin de connaître si les premières taches étaient dues à des germes issus du sol

même ou bien à des germes apportés de loin par le vent, diverses observations ont également été faites, mais, je dois le dire, les résultats en sont contradictoires. En faveur de la première thèse, on peut signaler que le *Mildiou* débute surtout dans les jardins (souvent clos), et dans les champs à assolement réduit. En faveur de la seconde, on constate que, souvent, au lieu de foyers concentriques, il existe d'abord des taches éparses sur une certaine étendue, taches localisées sur les feuilles supérieures. De plus, les parcelles tournées vers les vents régnants (midi, sud-ouest), semblent primitivement atteintes. Le problème est rendu complexe par le fait de la *réceptivité inégale* des plantes aux diverses phases de la végétation ; à la même altitude, les plantations hâtives de variétés sensibles sont frappées les premières.

*La lutte contre le Mildiou du tubercule.* — Des essais ont été entrepris en vue d'étudier *l'action restrictive* (dont l'importance relative est peu connue encore) des mesures vulgarisées par M. Foex :

Le fauchage prématuré des fanes ;

L'arrachage hâtif ;

La stérilisation par la lumière ;

L'action des poudrages de chaux et de soufre.

*Le fauchage des fanes* immédiatement après *le noircissement global a paru avoir une grosse influence.* Par cette pratique, l'altération des tubercules a été réduite d'un *tiers* avec la *Violette du Forez.* M. Cabaud, directeur de la Station Expérimentale de la Boulaye (Saône-et-Loire), me communique aussi les résultats d'un essai qu'il a effectué sur 2 ha 1/2 d'*Institut de Beauvais.* Dans la partie du champ où les fanes ont été coupées, le 18 août (10 jours après la grande attaque), il a trouvé à l'arrachage (8 octobre), 7 % de tubercules gâtés, dans la partie non fauchée 10 %.

Si l'on songe que ce procédé est simple, peu coûteux, qu'il n'exerce aucune réduction sur la récolte globale, il y aurait lieu de le *recommander fortement* dans les années à Mildiou.

*L'arrachage hâtif* réduit aussi le pourcentage des tubercules atteints ; plus on diffère la récolte, plus on constate d'altération. Mais il est manifeste que les produits récoltés hâtivement sont *plus difficilement conservables*. On ne saurait donc recommander cette pratique qu'avec prudence. Il faut attendre que la peau des tubercules reste adhérente et que la terre aît perdu de sa virulence.

Dans les mont du Forez, les tubercules de *Violette* arrachés au début d'octobre, se sont beaucoup mieux conservés que ceux récoltés en septembre, quelques jours après la destruction complète des feuilles.

*La stérilisation par le soleil et la lumière* a été appliquée par la grande majorité des cultivateurs de la région. Les tubercules n'ont pas été, comme les années précédentes, mis directement en caves, ou en silos recouverts de terre, mais placés provisoirement dans des granges, des hangars ou dans des silos d'attente simplement recouverts de paille. De cette façon, la pourriture a été certainement beaucoup réduite. La méthode est donc connue du monde agricole.

En ce qui concerne l'action des *poudrages de chaux* et *de souffre* certains essais ont été également entrepris au moment de l'emmagasinage définitif, mais les résultats n'en sont pas connus encore.

Signalons, pour terminer, que le processus d'altération des tubercules dû au Mildiou n'est pas identique chez toutes les variétés. Pour la *Violette du Forez*, l'altération de surface gagne rapidement en profondeur ; le tubercule se désagrège en peu de temps. Pour la *Fin de Siècle*, la même altération de surface se cicatrise souvent. Le tubercule atteint superficiellement peut se conserver jusqu'au printemps.

Telles sont, brièvement résumées, les observations faites au cours de la campagne de 1927.

# *Etude cytologique sur le* Phyllachora graminis (Pers.) Fel.

par S. S. KHARBUSH

Docteur ès Sciences.

---

Cette espèce a été décrite comme parasite de feuilles sur un grand nombre de graminées le plus souvent tropicales. Nous l'avons rencontrée sur l'*Agropyrum repens* L., aucune étude histologique n'ayant été faite à ce sujet, nous avons essayé d'établir la structure intime de ce champignon et de rechercher surtout les différents stades de sa reproduction sexuelle.

*Le Phyllachora graminis* se montre souvent sous forme de pustules plus ou moins allongées, fixées à la surface de la feuille et qui ne sont autre chose que des périthèces. Ceux-ci sont d'abord de couleur jaune brun ; ils deviennent noirs à maturité ; leur dimension varie de trois à cinq millimètres ; ils se sont toujours montrés, après examen microscopique, inclus dans un stroma occupant à la fois l'assise épidermique et celle du mésophylle de la feuille atteinte ; ils s'ouvrent, enfin, par des ostioles bien caractéristiques à leurs sommets. Signalons avec les auteurs l'absence complète, dans cette espèce, de toute forme conidienne.

Il convient de faire remarquer que nous avons été obligé de borner notre étude cytologique à ce que nous avons observé sur le substratum naturel, nos tentatives répétées à plusieurs reprises pour cultiver artificiellement l'organisme en question ayant malheureusement échoué. Pour cette raison il ne nous a pas été possible de

trouver dans nos préparations les premiers stades du développement de sorte que nous n'avons pas assisté au début de la formation des deux rameaux soi-disant copulateurs que l'on désigne sous les noms « *Ascogone* » et « *Trophogone* » ; nous n'avons, par suite, pas suivi leur évolution respective juqu'au stade « *Gamétophore* ». Or le stade le plus jeune que présentent nos préparations est celui où les hyphes ascogènes commencent à bourgeonner en plus ou moins grand nombre dans l'ascogone. En effet, ces hyphes apparaissent d'abord au centre, puis leur formation s'étend jusqu'à la base du périthèce : ce sont de gros filaments qui s'allongent et se ramifient irrégulièrement au milieu des filaments recouvrants ; tandis que les éléments nucléaires ne tardent pas à s'engager dans ces hyphes en voie de croissance.

Plus tard ces filaments ascogènes finissent par se cloisonner en articles plurinuclées plus ou moins longs ; leurs noyaux possèdent déjà un diamètre bien supérieur à celui des autres que l'on observe dans les filaments recouvrants. De plus, les hyphes ascogènes renferment un cytoplasme plus dense, plus chromatique que celui des filaments recouvrants dont le cytoplasme se montre plutôt vésiculaire (Voir fig. 1).

A un stade plus avancé, les hyphes ascogènes subissent un deuxième processus du cloisonnement et fournissent ainsi un certain nombre de courts rameaux isodiamétriques qui se trouvent le plus souvent à la base du périthèce. Chacun de ces articles isodiamétriques renferme deux gros noyaux nucléolés à membrane nucléaire bien nette. C'est dans ces cellules binucléées que va avoir lieu la fusion nucléaire : ce sont, en somme, des « *diplogamètes* ». Quant à la formation des asques dans le « *Phyllachora graminis* », elle s'effectue suivant le procédé en crochet signalé déjà par les auteurs (Voir fig 1).

Après la copulation l'asque prend alors la forme d'une grosse vésicule à membrane mince avec son gros noyau double de fécondation à l'intérieur. A ce stade, nous voyons partir de la base de jeune périthèce des filaments longs, cylindriques, de faible diamètre et cloisonnés de loin

en loin ; ces paraphyses, à cytoplasme plus ou moins aqueux, montrent çà et là des petits noyaux vésiculaires dont le diamètre est égal à celui du filament.

Ajoutons qu'au moment où le périthèce s'organise, les filaments recouvrants se multiplient à la surface et ils s'enchevêtrent en un stroma assez épais à l'intérieur duquel le périthèce prend naissance. Enfin les bords du périthèce sont généralement formés par deux assises de cellules ; le nombre des assises est un peu plus élevé à la base, là où a lieu la formation des « *diplogamètes* » sur les hyphes ascogènes.

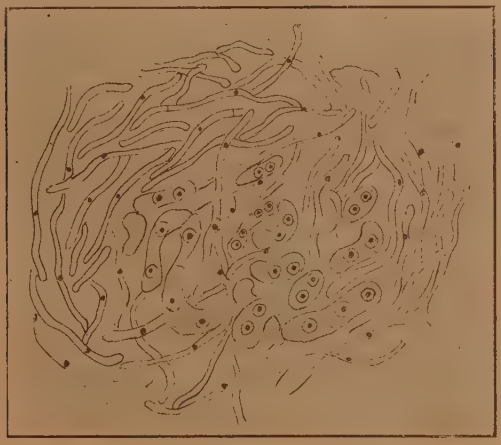

Fig. 1.

Section d'une jeune périthèce. — On remarque les ramifications de l'ascogone en pelotons plurinuclées, lesquels commencent à se dissocier en articles binuclées qui sont les diplogamètes — Tout autour on observe des minces filaments recouvrants qui s'entrecroisent. (gross. 1000).

Maintenant, nous arrivons au développement des asques. Ici, comme nous disions tout à l'heure, les deux éléments du « *Synkarion* » se fusionnent intimement à l'intérieur de la cellule-mère de l'asque en un gros noyau sexuel, qui présente plus tard un stade « *Synapsis* ». En effet les trois divisions nucléaires qui s'accomplissent

dans les cellules-mères, avant la formation des spores, s'effectuent toujours par une « *Karyokénèse* » analogue à celle décrite par les différents auteurs chez les « *Ascomycètes* » : il se forme à la prophase, dans toutes les trois mitoses successives, un fuseau achromatique qui porte les chromosomes à sa plaque équatoriale ; il est relié à chaque pôle à un centrosome. Les centrosomes avec le fuseau semblent bien être intranucléaires. Quant au nombre des

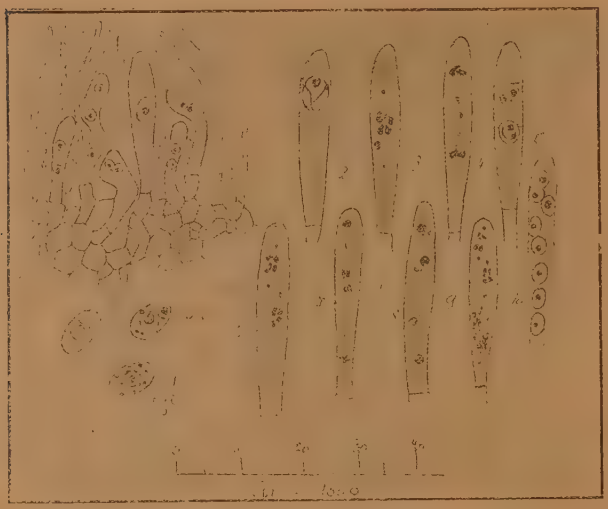

Fig. 2.

1. Cellules-mères des Asques avant et après fusion.
2. Jeune asque montrant le gros noyau de fusion avec ses filaments chromatiques et son nucléole excentrique.
3. Première division du noyau sexuel-métaphase.
4. Première division du noyau sexuel-anaphase.
5. Stade de repos après la première mitose.
6. Deuxième mitose, stade métaphase.
7. Deuxième mitose, stade anaphase.
8. Fin du stade tonnelet.
9. Troisième division.
10. Fin de divisions nucléaires et formation de huit noyaux de l'asque.
11. Spore mûre renfermant, outre son noyau unique, les éléments du cytome ainsi que des endochromidies.

chromosomes dans cette espèce, il est certainement de quatre dans chaque plaque équatoriale (Voir fig. 2). A la

fin de l'anaphase, les chromosomes se soudent en une masse unique à chaque pôle ; en même temps, le fuseau s'allonge sensiblement. On voit alors apparaître autour de deux masses chromatiques une membrane qui délimite les deux nouveaux noyaux (stade de repos). Le nucléole persiste jusqu'au début de l'anaphase, puis il disparaît. L'axe de la première mitose est toujours longitudinal, tandis que les deux divisions suivantes s'accomplissent dans des directions variables. (Voir fig. 2).

A la suite de trois mitoses successives dans l'asque, il se forme huit noyaux, lesquels organisent aussitôt leur structure normale pendant que le protoplasme de l'asque se différencie autour d'eux pour constituer les spores. Il est donc incontestable que le « *Kinoplasme* » intervient activement dans la formation des Ascospores ; celles-ci sont disposées en série unique dans l'asque. Elles ne possèdent qu'un seul article uninuclée entouré d'une membrane lisse et incolore. Les asques sont cylindriques, ayant une largeur de 8-9 $\mu$ avec une longueur de 75-80 $\mu$ ; les ascospores sont hyalines avec un contour parfois globuleux mais souvent elliptique ; elles atteignent 10 $\times$ 5 $\mu$ environ.

Les éléments de cytosomes abondent dans tout le cytoplasme de jeune asque, puis dans les spores ; leur forme est toujours sphérique. On y rencontre également des granulations chromatiques ou endochromidies de forme très irrégulière précipitées dans des vacuoles plus ou moins petites (Voir fig. 2).

## *Le bactériophage de d'Herelle*

**Docteur Paul HAUDUROY**

Chef de laboratoire à la Faculté de Médecine.

---

Il y a huit ans que d'HÉRELLE publiait à l'Académie des Sciences les premières notes relatives au bactériophage. Il annonçait, à ce moment, la découverte d'un microbe invisible et filtrant qui avait la propriété de détruire, *in vitro*, un certain nombre de bactéries. Il avait isolé ce microbe à partir de selles de convalescents de dysenterie ou de fièvre typhoïde et prévoyait qu'il devait jouer un rôle dans la guérison de ces maladies (1).

Depuis lors, un nombre considérable de communications, de notes, ont été publiées sur la question du bactériophage ; il est très difficile, à l'heure actuelle, pour celui qui ne suit pas journellement cette question, de savoir comment elle évolue. Presque chaque semaine, on voit apparaître un fait nouveau, on décrit une propriété nouvelle du principe, une modalité encore ignorée du phénomène.

Dans ce travail, nous étudierons successivement le phénomène de d'HÉRELLE et ses diverses modalités ; pour savoir quelle est la nature du principe qui le produit nous procèderons un peu à la manière des chimistes : nous étudierons d'abord les propriétés physiques et biolo-

(1) On trouvera une étude complète de bactériophage soit dans le livre de d'Herelle (Masson, édit.), 1921, soit dans le mien : *Le bactériophage* (Le François, édit., 1925).

giques du bactériophage. Enfin, nous insisterons tout particulièrement sur le rôle que joue le bactériophage dans l'immunité, et nous montrerons qu'il a déjà donné lieu à des applications thérapeutiques qui permettent d'espérer que l'on possède en lui le remède spécifique d'un certain nombre de maladies infectieuses.

Mais ce n'est pas simplement en bactériologie ou en immunologie que le principe découvert par d'Hérelle a de l'importance. Il a permis de mettre en évidence des faits nouveaux extrêmement importants de biologie générale et ce sont eux que nous étudierons en matière de conclusion.

## LE PHÉNOMÈNE

Comment se produit le phénomène de d'Hérelle ? Pour le bien comprendre, reprenons l'expérience primitive qui a permis de le mettre en évidence : un malade est atteint de dysenterie bacillaire ; chaque jour, on prélève un peu de ses matières fécales, on les dilue dans du bouillon ou dans de l'eau peptonée et on les met à l'étuve pendant douze à vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, on a une culture extrêmement abondante ; on filtre cette culture à travers une bougie de porcelaine (Chamberland L 3).

Le filtrat qu'on obtient est absolument limpide et il est impossible de rien y déceler microscopiquement ; ajoutons quelques gouttes du filtrat ainsi obtenu à une culture jeune et vivante de bacille dysentérique (cause de l'infection du malade). Tant que la maladie est à la période d'état, tant que le malade présente des selles nombreuses, du ténesme, etc., il ne se passe rien dans le tube dans lequel on a fait le mélange : bacile-dysentérique filtrat de selles. Le jour où le malade entre en convalescence, on s'aperçoit que la culture de bacille dysentérique, à laquelle on a ajouté du filtrat des selles de malade, s'éclaircit ; les bacilles disparaissent complètement, une lyse se produit et le milieu de culture redevient aussi

limpide qu'avant l'ensemencement. Telle est la première expérience qui a permis à d'Hérelle de voir le phénomène de bactériophagie.

Dans les milieux solides, le phénomène s'effectue aussi et peut présenter plusieurs aspects. Faisons l'essai suivant (et pour le rendre plus compréhensible, supposons que nous possédons déjà un bactériophage antidysentérique actif). Sur un tube de gélose inclinée, ensemençons à la pipette (c'est-à-dire en nappe uniforme) une culture jeune de bacille dysentérique : ce sera le tube témoin. Sur un autre tube de gélose inclinée, ensemençons un mélange de culture jeune de bacille dysentérique et de quelques gouttes de bactériophage anti. Portons ces deux tubes à l'étuve et regardons au bout de vingt-quatre heures : nous constatons alors que sur le tube témoin nous avons une nappe uniforme homogène de bacilles dysentériques. Sur le tube d'expérience, nous pouvons avoir plusieurs aspects : si le bactériophage dont nous nous sommes servis est extrêmement actif, il n'y a aucune culture, la gélose est apparemment stérile et il est impossible de rien y déceler ; si le bactériophage dont nous nous sommes servis est moyennement actif, nous constaterons la présence d'une culture de bacille dysentérique, au milieu de laquelle se trouvent, en nombre variable, des zônes où rien ne semble avoir poussé, des « trous », dont la taille oscille de 2 à 10 millimètres de diamètre. D'Hérelle a appelé « plages claires » ces zônes stériles, vierges de culture microbienne visible. Il est facile de constater leur présence en regardant le tube par transparence, et l'on est frappé de voir avec quelle netteté elles sont délimitées par la culture microbienne qui les entoure. Quelle est la signification de ces plages claires ? A quoi correspondent-elles ? A un phénomène de lyse. Pour s'en assurer, grattons légèrement la gélose à l'endroit où s'est formée une de ces plages : nous semblons ne rien avoir pris. Transportons cependant le prélèvement à la surface d'une culture normale de bacille dysentérique. Mettons à l'étuve le tube ainsi traité pendant un certain temps. Nous verrons que, partout

où nous avons posé notre fil de platine, la culture de bacille dysentérique a disparu, des zônes d'apparence stérile se sont formées. Par cette simple expérience, nous avons prouvé qu'en touchant l'une de ces plages claires, nous avons prélévé un peu de principe lytique qui est allé continuer son action sur le tube de culture normale de bacille dysentérique. La plage claire est donc une « colonie isolée » du principe bactériophage : c'est une « colonie négative » d'un principe invisible.

Le nombre des plages claires que l'on peut obtenir est variable : tantôt on n'en aura que quelques-unes, tantôt elles seront presque confluentes, et lorsque la gélose sur laquelle on a ensemencé le mélange bactérie-principe lytique est restée complètement stérile, c'est, en réalité, une immense plage claire que nous avons obtenue. La quantité de ces plages varie avec la quantité et l'activité du bactériophage employé.

Un autre aspect du phénomène sur milieu solide est le suivant : ensemençons sur de la gélose ordinaire un mélange bactérie bactériophage, de façon a obtenir beaucoup de plages claires. Le tube sera presque stérile (non pas ultra-stérile) et on ne verra que quelques colonies microbiennes. Elles auront un aspect spécial ; au lieu d'être rondes, régulières, elles seront fragmentées, échancrées. En réalité, dans ce cas, il y a deux colonies microbiennes qui chevauchent l'une sur l'autre : la colonie du bacille dysentérique que nous voyons et la « colonie négative » du principe lytique, la « plage claire » dont nous n'apercevons que l'effet.

### MODALITÉS DU PHÉNOMÈNE

Le phénomène ne se produit pas toujours avec l'intensité de celui que nous avons décrit tout à l'heure. En milieu liquide, l'éclaircissement qu'on obtient en ajoutant à une culture jeune de bacille dysentérique, par exemple, quelques gouttes d'un filtrat de selles de convalescent,

n'est pas toujours absolu ; dans certains cas, l'éclaircissement n'est que partiel, les microbes ne sont pas détruits complètement et, comparé à un tube témoin, le tube d'expérience est encore un peu louche ; cette lyse imparfaite est due, soit au manque d'activité du bactériophage utilisé, soit à la résistance de la bactérie. Parfois le phénomène en milieu liquide peut se présenter de la façon suivante : on ajoute à une culture de microbe du bactériophage anti ; la lyse se fait, on laisse le tube à l'étuve, on constate que des microbes réapparaissent et que le tube se trouble à nouveau : puis, il va s'éclaircir et on peut obtenir ainsi, dans certains cas, deux à trois « ondes » successives de culture microbienne pour aboutir finalement à un éclaircissement définitif.

Le phénomène de lyse en milieu liquide se passe en général assez rapidement ; avec du bactériophage très actif, c'est en quelques heures (trois à cinq) que l'on constate l'éclaircissement d'une culture trouble de bactéries ; parfois le phénomène est un peu plus long à se produire et il faudra de douze à quinze heures. Dans certains cas, très rares en vérité, le mélange bactérie-bactériophage ne s'éclaircit que tardivement et ce n'est qu'après huit ou dix jours de séjour à la température du laboratoire qu'on voit le tube auquel on a ajouté le principe lytique complètement clair : il y a lyse retardée. Enfin, il est parfois impossible d'obtenir la lyse d'une bactérie par le bactériophage : le microbe est résistant. Cette résistance peut être naturelle ou acquise. Certains germes, en effet, primitivement lysables, peuvent, sous certaines influences; devenir inlysables. Ils ont en quelque sorte acquis une immunité contre le bactériophage.

Les aspects du phénomène de d'Hérelle sont, comme on le voit, multiples. Le phénomène est loin de se produire toujours d'une façon mathématique, et il est nécessaire d'expérimenter soi-même et de nombreuses fois, pour bien connaître toutes les modalités que peut présenter la lyse par le bactériophage.

## ÉTUDE APPROFONDIE DU PHÉNOMÈNE

Essayons de suivre d'un peu plus près le phénomène. Pour cela, nous allons utiliser une technique qui va nous permettre de titrer d'une façon, peut-être grossière, mais qui cependant sera suffisante, le nombre d'éléments bactériophages contenu dans un milieu de culture.

J'ai dit, tout à l'heure, que si on faisait le phénomène sur un milieu solide, on voyait apparaître un nombre de plages claires, variable avec la quantité de bactériophage introduite. On comprend qu'il y a là une méthode facile de titration. On fait un mélange bactériophage-bactéries. On prélève à des temps variables une quantité déterminée du mélange qu'on étale sur un milieu solide. On compte le nombre de plages claires qui apparaissent et on admet que chacune d'elle est produite par un seul élément bactériophage. Cette expérience faite par d'Hérelle, répétée par de nombreux expérimentateurs, a une importance considérable : elle nous montre, en effet, qu'après un certain temps, le principe lytique a presque disparu : on n'en retrouve qu'une quantié minime, proportionnellement à celle qu'on avait introduite. Après cette phase de quasi-disparition, on voit réapparaître, d'une façon en quelque sorte brutale, un nombre considérable d'éléments bactériophage, nombre qui, dans une expérience, a été dix huit fois plus grand que celui qu'on avait introduit au début. Une conclusion s'impose : le bactériophage se multiplie, se développe, se reproduit en quelque sorte. Nous pouvons d'ailleurs tirer une autre conclusion de cette expérience (nous verrons qu'elle sera vérifiée par les observations microscopiques) : la bactériophage disparaissant à un moment donné, il est bien probable qu'il a pénétré dans l'intérieur des corps microbiens, et nous pouvons presque affirmer que c'est un parasite intracellulaire.

Essayons, maintenant, de suivre le phénomène de lyse au microscope. La technique est simple : faisons un

mélange bactéries-bactériophage. Pendant que la lyse se fait, prélevons de temps en temps une goutte du mélange et colorons-la. Au début, nous allons avoir des bactéries qui sont absolument semblables aux bactéries témoins ; après trois quarts d'heure, on constate que 10 % environ des microbes prennent mal la couleur ; entre une heure et deux heures, un très grand nombre de bactéries se colorent mal : on trouve des débris informes, des granulations et aussi de rares formes sphériques ; vers la troisième heure on ne trouve plus que des débris informes et ceux-ci disparaissent à leur tour ; quand le tube s'est éclairci complètement, il est impossible de rien voir au microscope.

Si on suit le phénomène à l'ultra-microscope, on constate au début que les microbes sont normaux, possèdent leurs caractères particuliers, sont mobiles ; puis, vers une heure à une heure et demie après le début de l'expérience, on voit apparaître des microbes ventrus, bourrés de granules : ces bacilles éclatent, les granules sont mis en liberté et bientôt disparaissent à leur tour. L'observation microscopique et ultra-microscopique nous permet de confirmer ce que le procédé de titration des éléments bactériophage nous avait fait entrevoir : la déformation des bacilles, leur éclatement correspondent évidemment à l'introduction dans leur intérieur et à la libération des parasites intra-cellulaires que sont les éléments bactériophages.

Est-ce que, lorsqu'on a obtenu le phénomène de lyse, les tubes éclaircis vont rester éternellement clairs ? ou bien vont-ils, au bout d'un certain temps, présenter à nouveau un trouble ? L'expérience montre qu'il est rare de voir un tube bactériolysé et conservé sans précautions spéciales, soit à la température de l'étuve, soit à la température du laboratoire, rester clair. Au bout d'un certain temps, variable avec l'activité du bactériophage utilisé et aussi avec la souche microbienne qu'on a voulu détruire, on voit réapparaître dans le tube qui était clair une « culture secondaire ». Elle a en général un aspect particulier : une sorte de dépôt d'aspect muqueux se

fait au début, dans le fond du tube : ce dépôt se soulève par l'agitation, se dissocie assez difficilement. Si l'on attend un certain temps, le tube se trouble entièrement et présente bientôt l'aspect normal d'une culture du bacille mis en expérience. Cette culture secondaire est formée de microbes résistants à l'action du bactériophage et modifiés la plupart du temps dans leurs propriétés biochimiques.

Un autre fait, qui a une importance considérable et sur lequel je reviendrai ultérieurement, est le suivant : pour éviter ces cultures secondaires, qu'on attribuait à la présence de quelques bactéries qui avaient échappé à l'action lytique du principe, on filtrait à travers une bougie de porcelaine (nous savons que le bactériophage traverse les filtres et nous croyons savoir que les bactéries ne les traversent pas). Malgré cette filtration, effectuée avec grand soin, on a pu constater la réapparition dans le filtrat de microbes semblables à ceux dont on était parti au début de l'expérience. Ce phénomène de « culture secondaire après filtration » a, au point de vue de la bactériologie et de la biologie générale, une importance considérable. Pratiquement, il est extrêmement gênant car, quand on veut utiliser du bactériophage pour la thérapeutique, il faut s'assurer de la stérilité absolue (je ne dis pas ultra-stérilité) de ce qu'on va injecter à un malade.

### PROPRIÉTÉS DU BACTÉRIOPHAGE

Tels sont les principaux aspects du phénomène de d'Hérelle, voyons maintenant quelles sont les propriétés du principe qui produit ce phénomène.

### LE BACTÉRIOPHAGE TRAVERSE LES FILTRES

C'est là une de ses propriétés les plus importantes ? La filtration s'opère à travers les bougies de porcelaine

même les plus serrées ; elle s'opère très bien à travers les membranes de collodion à une ou deux épaisseurs. Cette propriété de filtrer est à la base même, comme nous l'avons vu, de la technique d'isolement du bactériophage. Ce principe partage cette propriété de filtrer avec un certain nombre d'autres virus auxquels on avait donné le mauvais nom de virus filtrants, et qu'il vaut mieux appeler infra-microbes.

### LE BACTÉRIOPHAGE EST INVISIBLE

Aucun expérimentateur n'a jamais réussi à voir un élément bactériophage dans une émulsion microbienne lysée par le principe lytique ; il est impossible de déceler la présence de la moindre substance organisée malgré l'emploi des méthodes de coloration les plus fines.

### ACTION DE LA CHALEUR SUR LE BACTÉRIOPHAGE

L'action de la chaleur sur le bactériophage est assez complexe. Prenons une souche de bactériophage très active, chauffons-là à 80° pendant cinq minutes ; remettons-la en présence du germe qu'elle peut lyser : le phénomène ne s'effectue plus. On pouvait penser à la suite de cette expérience que le bactériophage était tué. Il n'en est rien en réalité. Reprenons le mélange bactérie-bactériophage chauffé, et filtrons-le ; remettons le filtrat en présence du microbe lysable, il ne se produit encore rien. Recommençons cette expérience quatre ou cinq fois ; nous constaterons alors que le phénomène de lyse réapparaît : le bactériophage n'avait pas été tué, mais avait été simplement inactivé. La température d'inactivation est variable avec la virulence, la puissance lytique du bactériophage : plus celui-ci est actif, plus la température d'inactivation est élevée. Pour tuer d'une façon qui semble définitive le bactériophage, il faut, d'après mes expériences et en se mettant dans les conditions où je me suis placé, chauffer à 103° environ, pendant cinq minutes.

### ACTION DE LA PESANTEUR SUR LE BACTÉRIOPHAGE

La pesanteur a une action sur le principe lytique ; si on centrifuge à très grande vitesse une émulsion de bactériophage, on peut constater par la titration, que, bien qu'il n'y ait pas de culot visible, le fond du tube contient plus d'éléments bactériophage que la surface.

### ADSORPTION DU BACTÉRIOPHAGE

Le bactériophage peut être adsorbé par un certain nombre de substances : le noir animal, les colloïdes, les solutions colloïdales, l'hydroxyde d'aluminium, les corps microbiens tués.

### ACTION DU TEMPS

L'action du temps est assez peu marquée : le bactériophage conserve en général son activité pendant plusieurs années ; d'Herelle et moi-même avons ouvert des ampoules de bactériophage préparé depuis dix ans, et nous avons constaté que le principe lytique était encore actif.

### ACTION DES SUBSTANCES ANTISEPTIQUES

L'action des substances antiseptiques est variable sur le bactériophage. Certaines le tuent (vapeurs de formol, tétraline, sulfate de cuivre, acide phénique, etc...) ; d'autres le laissent indifférent (liquides saturés d'essence, de thym et de girofle, etc...). Ces constatations n'auraient par elles-mêmes qu'un intérêt relatif s'il ne se produisait pas, à propos de l'activité des substances antiseptiques sur le bactériophage, un fait de la plus haute importance ; je veux parler de l'accoutumance du bactériophage à des substances antiseptiques nocives. Prenons de la glycérine à 50 %, ajoutons-lui du bactériophage, laissons le mélange ainsi constitué à la température du laboratoire

ou de l'étuve ; peu à peu le liquide va se réduire et la glycérine primitivement à 50 %, va passer, du fait de l'évaporation, à une concentration beaucoup plus élevée, 80 %, 90 %, 95 % ; nous allons constater alors que le bactériophage qui est contenu dans ce mélange, primitivement à 50 % et maintenant presque pur, est encore vivant : le bactériophage s'est accoutumé à l'action nocive de la glycérine. Cette expérience a été répétée avec d'autres antiseptiques, le chinosol en particulier. Nous verrons que ce phénomène d'accoutumance a une importance considérable quant à la nature du principe lytique.

### ACTION DE LA QUININE

Les sels neutres de quinine tuent le bactériophage assez rapidement.

### ACTION DE LA BILE

La bile ne tue pas le bactériophage, mais l'empêche d'exercer son action.

### ACTION DU RADIUM ET DES RAYONS ULTRA-VIOLETS

Le radium, les rayons ultra-violets tuent le bactériophage.

### TRANSMISSION EN SÉRIE

C'est là une propriété très importante du principe lytique. Faisons un mélange bactérie-bactériophage, le phénomène de lyse s'accomplit. Filtrons le tube éclairci et prenons une goutte du filtrat que nous ajoutons à une émulsion jeune de microbe lysable, le phénomène se produit ; si nous répétons cette expérience en série, nous constatons que toujours le phénomène de lyse s'accomplit. On peut atteindre, en suivant cette technique, des dilutions extraordinaires ; à partir de la première goutte

de principe lytique utilisée, d'HERELLE a pu produire des passages en série pendant plus de mille fois, et tous les expérimentateurs qui ont utilisé le bactériophage savent que c'est d'une façon indéfinie que le phénomène de lyse se produit en série ; jamais on ne voit un bactériophage, actif et entretenu, cultivé aux dépens du microbe vivant, perdre son activité.

### MODES DE CULTURE DU BACTÉRIOPHAGE

Comment se cultive le bactériophage ? Il ne se développe qu'aux dépens des microbes vivants et jeunes ; jamais la lyse ne se produira pas si l'on utilise des microbes morts, tués par quelque procédé que ce soit.

Cette obligation, pour le principe lytique, d'utiliser les microbes vivants, est de la plus haute importance ; c'est une propriété que le bactériophage partage avec tous les virus appartenant à la classe des ultra-virus : jamais on n'a pu cultiver dans les milieux artificiels, du virus vaccinal, herpétique. Comme pour le bactériophage, on ne peut les faire se développer qu'en présence de cellules vivantes et jeunes ; c'est là un point important sur lequel je reviendrai ultérieurement.

### ANTICORPS

Supposons que nous injections à un animal, à un lapin, par exemple, du bactériophage anti-dysentérique à plusieurs reprises (sept ou huit fois). Après la dernière injection prélevons le sérum de l'animal ainsi préparé : mettons une goutte de ce sérum dans un mélange bactérie-bactériophage. La lyse s'opère dans le tube témoin d'une façon parfaite ; dans le tube où l'on a mis du sérum de l'animal vacciné avec le bactériophage, la lyse ne se fait pas : par conséquent le sérum de l'animal vacciné avec le principe possède des propriétés anti-lytiques.

Recommençons cette expérience sous une autre forme. Prenons deux souris ; à toutes deux, injectons une dose

non mortelle de bacille de Shiga. L'un des animaux va nous servir de témoin, il va survivre. A l'autre souris, injectons du sérum d'un animal vacciné avec du bactériophage anti-dysentérique : la souris ainsi traitée, bien que n'ayant reçu qu'une dose non mortelle de bacille dysentérique, va mourir. Un autre témoin a été fait, qui n'a reçu que du sérum anti-bactériophage ; il va survivre. Nous nous trouvons là en présence d'un fait extraordinaire : le sérum anti-bactériophage favorise l'infection ; c'est le premier exemple que nous possédions d'un sérum sensibilisant.

J'ai reproduit cette expérience encore d'une autre manière : prenons des lapins jeunes, injectons-leur un certain nombre de fois du bactériophage anti-staphylococcique, nous constaterons qu'un certain nombre d'animaux meurent ; à l'autopsie, on trouve des lésions staphylococciques, des abcès sous-cutanés. Les animaux qui survivent jusqu'à la fin de l'expérience sont sensibilisés : il suffit, en effet, de leur injecter dans les veines une dose non mortelle de staphylocoque pour leur faire une septicémie mortelle en vingt-quatre heures. Ici, encore et d'une façon peut-être plus frappante, nous voyons que le bactériophage favorise l'infection.

Toutes ces constatations ont une grosse importance, puisqu'elles nous montrent que le bactériophage se conduit comme un antigène et amène la formation d'anticorps spécifiques dans l'organisme de l'animal auquel on l'injecte. Elles ont un autre intérêt sur lequel nous insisterons tout à l'heure à propos de l'utilisation thérapeutique du bactériophage : on comprend facilement que si on injecte à un individu atteint de furonculose, par exemple, sept ou huit fois de suite du bactériophage anti-staphylococcique on obtiendra probablement, sûrement même, un résultat inverse à celui que l'on désirait : au lieu de guérir le malade, on favorisera chez lui l'infection, exactement comme on la favorise chez le lapin expérimentalement.

VIRULENCE ET POLYVALENCE DU BACTÉRIOPHAGE

La virulence du bactériophage est, comme nous l'avons dit, variable : certaines souches sont très actives, d'autres souches sont moyennement ou peu actives. Il est possible de faire passer une souche peu active de bactériophage à une activité supérieure ; on peut, en un mot, exalter la virulence du principe lytique pour un microbe donné. Il suffit, pour cela, de faire des passages en série du bactériophage aux dépens de ce microbe ; au début de l'expérience, la lyse se faisait mal, le nombre des plages claires obtenues sur gélose était minime ; à la fin de l'expérience, on constate que la lyse se fait très bien et c'est la stérilité absolue de la gélose que l'on observe.

Dans certains cas, il semble que l'on ne puisse pas exalter à l'infini la virulence du bactériophage et qu'il y ait, en quelque sorte, une limite qu'on atteint et qu'on ne peut pas dépasser ; nous n'avons aucune explication de ce fait.

Le bactériophage est polyvalent ; nous possédons, à l'heure actuelle, des souches de bactériophage capables de lyser toutes les variétés de B. coli, de B. typhique, paratyphiques, de B. dysentérique, capables de détruire le staphylocoque, l'entérocoque ; on possède le bactériophage anti-pesteux, anti-cholérique, anti-diphtérique, etc.

Gerresten, Sryns, Sack et Sohngen ont trouvé le bactériophage de *Bacterium radicicola* (*Rhizobium radicicolum*). Voici comment ils ont opéré : ils lavent dans du sublimé à 1 %, puis dans l'alcool et dans de l'eau stérile des nodosités de racines de trèfle, de lupin, de sarrondelle. On les coupe avec des instruments stériles et on les dépose sur un milieu solide préalablement ensemencé avec une culture de *B. radicicola*. Autour des fragments de nodosité, ils ont observé une zone de classification pouvant atteindre 1 à 2 centimètres. Ils ont aussi observé le phénomène en milieu liquide. Ils broient des nodosités, filtrent sur bougie. Ils ajoutent le filtrat à une culture de *B. radicicola*. La lyse se fait en 10 jours environ à la température du

laboratoire. Le bactériophage isolé et spécifique, c'est-à-dire que celui par exemple qui provient d'une nodosité de trèfle, lyse la bactérie du trèfle et ne lyse pas celle du lupin. Ils ont trouvé aussi des bactériopages virulents pour *B. radicicola* dans de la terre de jardin et dans de la terre arable. Ils n'en ont pas trouvé dans la terre des forêts et dans la terre inculte (1).

Une question se pose : est-ce qu'un bactériophage actif contre le staphylocoque est le même qu'un bactériophage actif contre le bacille dysentérique ? En un mot, existe-t-il un ou des bactériophages ? Il existe un bactériophage. Il suffit, pour le comprendre, de raisonner un instant. Prenons l'exemple du streptocoque ; on a cherché à en classer les différentes variétés en se basant sur les caractères les plus divers : morphologie, réactions de fermentation, agglutination, virulence, etc..., mais il ne vient à l'idée de personne de nier qu'un microbe se présentant en chaînettes, prenant le Gram, ayant les caractères culturaux du streptocoque, ne soit pas un streptocoque. Pour le bactériophage, il en est exactement de même. Les souches de bactériophage ont une activité variable : les unes lysent le staphylocoque, les autres le bacille dysentérique, certaines sont polyvantes, peuvent lyser le bactérium coli, le bacille de la typhoïde, les paratyphiques, etc... ; mais elles ont toutes les mêmes propriétés fondamentales ; toutes, elles sont invisibles, toutes elles transmettent leur action en série, toutes peuvent s'adapter et, en un mot, c'est bien à un seul bactériophage qu'on a affaire, ultravirus dont les souches différentes possèdent des propriétés particulières, mais sont toutes du principe bactériophage. Certains expérimentateurs, d'ailleurs, ont réussi à donner à un bactériophage primitivement actif contre le staphyloccoque et inactif sur la bacille dysentérique, une activité vis-à-vis de ce germe.

Il y aurait d'ailleurs beaucoup à dire sur ces phénomènes de virulence d'un germe donné pour une cellule

(1) *Central fur Bakt.*, II, O., 1923-1924, 60, 311.

particulière. Pour tous les microbes, il existe une sorte de spécificité du tissu qu'ils attaquent ; par exemple, le bacille d'Éberth fera presque toujours des lésions intestinales et une septicémie. Cette spécificité est portée à son maximum avec les ultra-virus, ceux-ci attaquant toujours un tissu déterminé (épithélioses de Borrel, ectodermoses de Levaditi).

Pourquoi un microbe ou un ultra-virus attaque-t-il toujours le même tissu ou est-il toujours pathogène pour le même animal ? Pourquoi le bacille typhique humain n'est-il pas pathogène pour la souris, et pourquoi le bacille typhique de la souris n'est-il pas pathogène pour l'homme? Pourquoi, enfin, le bactériophage actif contre le bacille dysentérique n'attaque-t-il pas ou très difficilement le staphylocoque ? C'est un gros problème de pathologie générale à résoudre, qui d'ailleurs n'a jamais été posé très nettement. Nous avons cependant quelques faits qui, peut-être, nous en donnerons la solution. Une expérience qui, à mon avis, n'a pas été suffisamment remarquée est la suivante. D'Hérelle, étudiant en Indo-Chine le barbone du buffle, avait constaté que la bactérie du barbone, injectée à un lapin, ne le tuait pas. Cultivée dans un milieu préparé avec de la viande de lapin, il trouvait qu'au bout d'un certain temps la bactérie était devenue pathogène pour le lapin et non pathogène pour le buffle, et pouvait même servir à fabriquer un vaccin pour ce dernier animal. Cultivée, au contraire, dans du bouillon de buffle elle conservait pour cet animal son activité et le tuait à des doses infinitésimales. Prenant alors la bactérie du barbone cultivée d'abord dans du bouillon fait avec de la viande de lapin (virulence perdue pour le buffle, virulecence acquise pour le lapin) il la remettait en bouillon de buffle et constatait qu'elle reprenait son activité première pour le buffle et perdait son pouvoir pathogène pour le lapin. Il était donc possible expérimentalement, dans un milieu artificiel, de faire varier la virulence d'un microbe et son pouvoir pathogène pour un animal donné.

Comment expliquer cette expérience ? Il semble que ce soit assez simple : la bactérie du barbone virulent pour

le buffle, est accoutumée à se développer aux dépens de la « substance buffle » ; elle est habituée à en assimiler les protéines particulières. Mettons-la dans un bouillon préparé avec de la viande de lapin : peu à peu, elle va modifier sa constitution intime, elle va s'habituer à assimiler la « substance lapin », et au bout d'un certain nombre de passages, c'est cette substance qu'elle pourra alors le plus facilement attaquer, digérer ; nous comprenons qu'injectée alors à un lapin, elle aît pour lui un pouvoir pathogène qu'elle ne possédait pas primitivement.

En la remettant dans du bouillon de buffle, nous allons voir se passer un phénomène inverse. Elle va peu à peu s'habituer à se nourrir aux dépens des substances de ce nouveau milieu, elle deviendra apte à s'assimiler d'une façon parfaite ce qui constitue la « substance buffle ». Quand on l'injectera à cet animal, elle sera de nouveau pathogène pour lui.

Tout ce qui s'est passé dans cette expérience peut, peut-être, nous servir d'explication pour les virus auxquels nous avons fait allusion tout à l'heure. Si le bacille typhique humain n'est pas pathogène pour la souris, c'est uniquement parce que ce bacille est habitué à vivre aux dépens de la « substance homme » et qu'il ne trouve pas dans le corps de la souris les éléments qui sont nécessaires à son développement ; inversement, si le bacille typhique de la souris n'est pas pathogène pour l'homme, c'est parce qu'il ne trouve pas chez l'homme les éléments susceptibles de lui permettre de se développer.

Pour les ultra-virus, le même phénomène doit se produire ; si la vaccine attaque spécialement l'ectoderme, c'est parce qu'elle est habituée à vivre aux dépens des éléments qui constituent la peau et qu'elle ne trouve pas dans le sang ou dans les substances qui composent l'intestin ou le poumon, les éléments qui sont nécessaires à son développement. Pour le bactériophage, même phénoméne ; le principe anti-dysentérique est habitué à vivre aux dépens de la substance « bacille de Shiga » ; il ne peut pas, au début tout au moins, assimiler la substance staphylocoque ; ce n'est qu'au bout d'un certain temps qu'il

aura appris, si je puis dire, à la digérer, et qu'on verra le phénomène de lyse.

Bien d'autres faits viennent confirmer cette idée : c'est l'expérience, publiée par le Pr. Bezançon dans laquelle on voit un pneumocoque, retiré d'une arthrite, faire expérimentalement chez l'animal une arthrite ; c'est le bacille pesteux, avec lequel on produit en série chez le rat des pneumonies pesteuses et qui, injectée sous la peau, va encore se fixer sur le poumon au lieu de faire la lésion ganglionnaire classique.

### LES MICROBES RÉSISTANT : LES MICROBES LYSOGÈNES

Nous avons déjà vu que certains microbes étaient résistants à l'action du bactériophage et qu'il était impossible avec eux d'obtenir le phénomène de la lyse. Ces microbes résistants peuvent être obtenus expérimentalement : si on laisse un tube dans lequel on a fait le phénomène de bacriophagie à l'étuve ou à la température du laboratoire, on voit, au bout d'un certain temps, apparaître, ainsi que nous l'avons dit, des cultures secondaires. Elles sont formées de microbes résistants à l'action du bactériophage, Ces microbes résistants existent aussi dans la nature et, chez les malades, il est fréquent de trouver des microbes qui ne se laissent pas lyser par le bactériophage spécifique ; il semble d'ailleurs que la présence de microbes résistants au bactériophage est liée presque toujours à la chronicité de la maladie chronique.

L'aspect cultural de ces microbes résistants est assez spécial ; ils poussent mal, ils sont très souvent agglutinés au fond du tube, en un culot glaireux qui se dissocie difficilement. Sur les milieux solides, les colonies sont plus petites que les colonies habituelles ; elles peuvent avoir aussi une consistance glaireuse. Au point de vue microscopique ces microbes présentent quelques particularités : souvent ils n'ont pas la morphologie classique ; dans certains cas, on observe des formes absolument anormales. C'est ainsi que certaines cultures de B. dysen-

térique sur milieu solide, conservées longtemps au laboratoire, sont composées, non plus de bacilles, mais de coccis, de taille variable, de forme irrégulière, réunis en diplocoques ou en tétrades.

Les propriétés biochimiques des microbes résistants sont aussi différentes de celles des microbes normaux ; on obtient des réactions de fermentation violentes, alors que le microbe normal n'en a pas ; l'agglutination est souvent diminuée, parfois nulle.

### LA NATURE DU BACTÉRIOPHAGE ET LE MÉCANISME DE SON ACTION

Dans les chapitres précédents, nous avons envisagé qu'elles étaient les principales propriétés du principe lytique. Cela nous conduit logiquement à nous demander quelle est sa nature. Toute une série d'hypothèses ont été émises à ce sujet ; elles ont donné lieu à des discussions qui ne sont pas encore terminées à l'heure actuelle.

On pouvait envisager la nature du bactériophage de trois façons différentes :

1° Le bactériophage serait un principe chimique étranger à la bactérie qui subit la lyse ;

2° Le bactériophage serait un principe chimique ou vivant, provenant de la bactérie qui subit la lyse ;

3° Le bactériophage serait un principe vivant, étranger à la bactérie qui subit la lyse.

Nous ne discuterons pas ici la valeur de ces différentes hypothèses ; nous exposerons simplement celle qui a été soutenue par d'Hérelle, puisqu'elle nous semble la plus logique et qu'elle est appuyée sur des bases expérimentales sûres.

Pour d'Hérelle, le bactériophage est un être vivant à la bactérie. Nous avons vu que le bactériophage se reproduisait en série, qu'il était capable de lyser des bactéries, que les éléments du principe augmentaient en nombre au fur et à mesure que se faisait la lyse, qu'il se reproduisait, en un mot.

Le bactériophage a aussi la propriété de s'adapter, aux antiseptiques en particulier ; nous avons insisté sur ce fait. L'adaptation est un des caractères principaux de la matière vivante. Enfin, et ceci est peut-être encore plus démonstratif, le bactériophage peut assimiler en milieu hétérogène.

Ces trois propriétés : reproduction, adaptation et assimilation en milieu hétérogène, sont les caractéristiques principales de la matière vivante. Le bactériophage les possédant, il est difficile de lui refuser de posséder la vie. Il semble bien que, si certains auteurs ont refusé au bactériophage la nature vivante, c'est surtout parce qu'il est invisible et que nous avons de la peine à concevoir, à l'heure actuelle, qu'il puisse exister de la matière vivante sous une forme que nous ne pouvons pas mettre en évidence au microscope.

Une discussion semblable à celle qui se produit pour le bactériophage a eu lieu autrefois à propos du virus de la mosaïque du tabac. Beijerinck avait émis l'hypothèse qu'il s'agissait d'un *fluidum contagium vivum* : c'était, pour l'époque où elle fut émise, une conception géniale. On se dégageait d'un seul coup de la notion si profondément enracinée dans les esprits et qui veut qu'il ne puisse pas y avoir de vie en dehors de la forme cellulaire visible. Lorsque Pasteur eut découvert la rage, il ne lui vint pas un seul instant à l'esprit l'idée de discuter la nature vivante du virus rabique. Personne, à l'heure actuelle, ne discute la nature vivante des ultra-virus tels que l'herpès, la variole, la vaccine, etc... Pourquoi veut-on discuter la nature vivante du bactériophage ? Il est en tous points semblable aux autres ultra-microbes que nous connaissons ; au lieu d'attaquer les cellules épithéliales ou les cellules nerveuses, il attaque les cellules bactériennes. La variole est une maladie contagieuse de l'homme, la bactériophagie est une maladie contagieuse des microbes. Il y a là évidemment quelque chose qui nous surprend au premier abord, mais qui, si l'on veut bien y réfléchir, n'a rien d'absurde. Nier la nature vivante du bactériophage c'est, du même coup, nier la nature vivante des autres ultra-

virus. On ne voit pas, au microscope, les éléments qui constituent le principe lytique. Ce n'est pas, à notre avis, une raison suffisante pour dire que ce principe est de nature chimique. D'ailleurs, des travaux récents sur les quels nous reviendrons tout à l'heure, ont montré d'une façon absolument incontestable qu'il pouvait exister des êtres vivants sous une forme invisible. Certains microbes, en effet, tels que le *Bacterium coli*, le bacille typhique, le bacille dysentérique, etc..., possèdent un cycle évolutif qui les amène, à un moment donné, à disparaître à nos yeux ; on les voit ensuite répaparaître et reprendre bientôt la forme sous laquelle nous avons l'habitude de les voir. La vie, dans ces expériences, ne s'est pas arrêtée un seul instant ; personne ne le conteste et c'est la démonstration absolue qu'il faut revenir sur cette notion que nous avions jusqu'ici que la vie ne peut être que sous une forme cellulaire visible.

Quelle est la nature intime du bactériophage ? Quelle est la forme de la vie sous laquelle il se trouve ? S'agit-il d'une cellule tellement petite qu'elle échappe à nos investigations ? S'agit-il d'une matière vivante sous une forme colloïdale, ou bien de « quelque chose » que nous ignorons absolument et dont il nous est impossible, pour l'instant, de nous faire une idée. Toutes les hypothèses sont permises, car nous n'avons aucun fait qui puisse nous engager à accepter plus favorablement l'une que l'autre.

### MODE D'ACTION DU BACTÉRIOPHAGE

Comment agit le principe lytique, comment détruit-il les bactéries ? D'Hérelle, dans ses prêmières recherches, avait émis l'idée que le bactériophage secrétait une substance qui faisait la lyse de la bactérie ; il avait même cru l'isoler ; mais il s'est aperçu bientôt que c'était d'une toute autre façon que le bactériophage agissait.

Nous avons rapporté, dans un des premiers chapitres de cette revue, une expérience qui nous explique en partie

le mode d'action du principe. Si l'on fait des numérations en série, au cours d'un phénomène de lyse, on s'aperçoit que les éléments bactériophages disparaissent presque complètement à un moment donné ; puis, peu de temps après, on les voit réapparaître en très grand nombre. Le bactériophage a pénétré dans l'intérieur des corps des microbes et c'est à la faveur de cette pénétration qu'il a produit le phénomène de destruction.

Un contact intime est nécessaire : la preuve en est donnée par le fait que l'action du principe ne se fait pas dans les milieux visqueux ou solides.

On doit dire, d'ailleurs, que si nous avons une idée de la manière générale dont le principe lytique produit son action, il y a encore bien des points obscurs, et, en réalité, nous ne connaissons pas le mécanisme intime du phénomène de destruction des bactéries.

### RÔLE DU BACTÉRIOPHAGE DANS L'IMMUNITÉ

Le rôle du bactériophage dans l'immunité est considérable, et c'est encore à d'HÉRELLE qu'il faut rapporter le mérite d'avoir mis en évidence la part que le principe lytique prenait à la guérison dans un certain nombre de maladies, et d'avoir montré qu'il y avait des applications thérapeutiques possibles.

Pour bien comprendre l'action du bactériophage dans l'immunité, prenons l'exemple d'une maladie qui a été particulièrement bien étudiée : la fièvre typhoïde. D'HÉRELLE en a suivi de très près une trentaine de cas. J'ai étudié moi-même une petite épidémie et j'ai pu suivre également une trentaine de malades, de telle sorte que les observations que l'on a faites reposent, à l'heure actuelle, sur un nombre suffisant de cas pour qu'on puisse en tirer quelques conclusions.

La technique suivie dans ces recherches a été la suivante ; chaque jour, on prélève des selles du malade, on les met à l'étuve dans du bouillon, on filtre la culture obtenue et on cherche si, dans le filtrat, il existe du bac-

tériophage. Pour savoir si le bactériophage qu'on va trouver joue un rôle dans la maladie, il faut évidemment essayer de lui faire détruire le microbe cause de cette maladie, isolé par un procédé quelconque (hémoculture ou coproculture). Très souvent, en effet, on trouvera du bactériophage qui serait actif sur le bacille d'Eberth ou un colibacille de collection, inactif sur le germe du malade. On n'a pas le droit de tirer une conclusion de ce fait : il ne veut évidemment rien dire au point de vue du rôle que peut jouer le bactériophage dans la guérison. Les prélèvements doivent être faits chaque jour, pendant toute la durée de la maladie et pendant une partie de la convalescence : c'est-à-dire que les recherches sont difficiles, compliquées, que les causes d'erreur peuvent être multiples et que ce n'est que par l'accumulation des cas que les résultats peuvent avoir une valeur.

Quels sont les faits que l'on constate ? Si l'on suit un malade atteint de fièvre typhoïde, on s'aperçoit que, pendant la première période de la maladie, on ne trouve pas de bactériophage actif contre le microbe infectant ; au contraire, lorsqu'on arrive à la période terminale de la maladie, à la défervescence, on trouve constamment du principe lytique. Pendant le cours de la maladie, chaque fois qu'il y aura une amélioration passagère, une chute de la température momentanée, on trouvera du bactériophage dans les selles du malade. En un mot, toute amélioration, passagère ou définitive, sera accompagnée de la présence de bactériophage dans les selles. Ce bactériophage apparaît en général, vingt-quatre ou quarante-huit heures avant la chute de la température : au moment où elle est arrivée, il a, en général, disparu.

Quand la défervescence est définitive, quand la convalescence est établie, on trouve encore du bactériophage dans les selles pendant un certain temps ; puis il disparaît. On voit parfois ensuite quinze jours après la chute de la température, celle-ci avoir tendance à remonter de un ou deux degrés ; ce n'est qu'une alerte passagère et le malade ne fait pas de rechute. Dans ce cas, on voit encore apparaître dans les selles le bactériophage.

Les faits que je rapporte ici ne sont que le résumé de tout ce que l'on a vu, et il faut bien comprendre que chaque cas est un cas particulier.

J'ai pu aussi mettre en évidence le bactériophage dans le sang des typhiques. Si l'on fait des hémocultures au début de la fièvre typhoïde, on ne trouve pas, en général, de bactériophage dans ces hémocultures ou, si l'on en trouve il est extrêmement difficile de le mettre en évidence. Il a peu d'activité et il faut lui faire subir un nombre considérable de passages pour l'amener à produire la lyse. Si, au contraire, on fait des hémocultures à la période terminale de la fièvre typhoïde, on sait que ces hémocultures seront tantôt positives, tantôt négatives : on trouvera alors du bactériophage d'une façon beaucoup plus fréquente très actif dans les hémocultures positives.

Un fait enfin qui nous semble du plus haut intérêt et qui est pour nous une preuve absolue du rôle que le bactériophage joue dans la fièvre typhoïde, est le suivant. J'ai eu l'occasion, à quatre reprises, de voir une fièvre typhoïde se terminer par une défervescence brusque : le malade a une température élevée, tous les signes cliniques de la dothiénentérie ; brusquement, en vingt-quatre heures, sa température tombe à 37°, l'état général s'améliore et la guérison survient sans aucun incident. Le hasard a voulu que je fasse des hémocultures chez ces malades la veille du jour où la défervescence brusque allait se produire, rien d'ailleurs, ne pouvant le faire prévoir ; ces hémocultures transportées à l'étuve ; étaient positives au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures : l'examen microscopique montrait des bacilles mobiles, Gram négatif, ayant tous les caractères morphologiques du bacille typhique. Je reportai ces hémocultures à l'étuve, et j'ai eu la surprise de constater qu'au bout de deux ou trois jours, elles étaient devenues négatives et qu'il était impossible de mettre en évidence, par quelque procédé que ce fut, un bacille d'Éberth. Par contre, il était facile d'isoler un bactériophage très actif. Ce sont des hémocultures passagèrement positives.

L'observation bactériologique est déjà curieuse par elle-même, car elle n'avait jamais été faite, mais son intérêt devient considérable si on la rapproche de l'observation clinique : on voit, en somme, se passer sous les yeux le phénomène de lyse rapide qui, incontestablement se passe, d'autre part, dans l'organisme. Au moment où l'on a prélevé du sang au malade, on a pris le bacille typhique et le bactériophage : on voit, au laboratoire, la destruction des bactéries, leur disparition, et d'autre part, le malade guérit brusquement et entre en convalescence, sans aucun incident. On ne peut pas ne pas lier ces deux phénomènes et on est obligé de dire que le principe lytique est intervenu dans la guérison du malade.

Tous ces faits nous amènent à confirmer ce que d'Hérelle avait dit : le bactériophage joue un rôle dans la guérison de la fièvre typhoïde. Est-ce à dire qu'il fait toute la guérison et que les explications de l'immunité que l'on donnait avant sa découverte ne sont plus valables ? Non pas, et ni d'Hérelle ni ceux qui soutiennent sa théorie, n'auraient la sottise de l'affirmer. Il y a un lien évident, mais que nous ignorons encore, entre les phénomènes récemment découvert et les phénomènes anciens.

Ce qui se passe dans la fièvre typhoïde doit aussi se passer dans d'autres maladies, dans la dysenterie, dans la peste, dans le barbone des buffles, etc... en un mot, dans toutes les maladies qui sont causées par un microbe pour lequel on possède un bactériophage.

On ne peut d'ailleurs s'empêcher de faire une remarque : il est regrettable qu'un grand nombre d'immunologistes envisagent encore, à l'heure actuelle, le processus de guérison de certaines maladies infectieuses, sans même prononcer le mot de bactériophage ; les phénomènes qui amènent un individu de la maladie à la santé ne sont pas simples, et dire qu'ils sont uniquement dus à un seul mécanisme est une erreur absolue. Nous commençons seulement à débrouiller quelques-uns de ces processus ; le bactériophage joue un rôle, les phagocytes un autre, l'immunité humorale intervient, et c'est la liaison entre

ces faits et d'autres qui nous sont encore inconnus qu'il s'agit de découvrir.

Le bactériophage existe aussi chez l'individu sain : il est souvent difficile de le mettre en évidence car son activité peut être dirigée *in vivo* contre une bactérie que nous ne lui donnons pas à détruire *in vitro*. Très souvent, cependant, il est facile de trouver dans les selles d'un individu apparemment sain du bactériophage contre le colibacille. Dans les milieux où règne une maladie épidémique, la peste, par exemple, on trouve chez les individus sains du bactériophage antipesteux ; je l'ai cherchée dans les selles d'individus habitant le centre de Paris et je n'ai jamais pu le mettre en évidence, alors que d'Hérelle le trouvait fréquemment dans les déjections d'hommes en Indochine, dans les villages où la peste est endémique. Dans la typhose aviaire, d'Hérelle a constaté que les déjections des poules venant d'un élevage indemne ne contenaient pas de bactériophage, tandis qu'au contraire, dans un élevage infecté, les animaux qui n'étaient pas malades étaient porteurs de bactériophage. Si un cas éclate, si l'individu atteint de la maladie guérit, on voit presque immédiatement tous les autres individus devenir porteurs de bactériophage ; il se fait une véritable épidémie avec cet ultra-virus, et c'est ce qui a amené d'Hérelle à parler d'une immunité contagieuse.

Le fait que l'on trouve du bactériophage dans les selles des convalescents et des individus sains, amenait à supposer qu'il était largement distribué dans la nature. De très nombreuses recherches ont été faites sur ce point particulier : d'Hérelle, Dumas, Arloing, et Sempé, moi-même, nous l'avons cherché dans la terre, dans les eaux, et avons pu l'y mettre en évidence d'une façon presque constante. Il y a cependant une remarque à faire. Elle découle des travaux de MM. Arloing et Sempé. Si l'on examine les eaux d'une rivière on constate qu'à la source, au moment où aucune pollution n'a pu intervenir, on ne trouve pas de bactériophage. Avant l'entrée de cette rivière dans une ville, on en trouve d'une façon irrégulière ; après la sortie de la ville (et surtout si les égouts

viennent se déverser dans la rivière), les eaux en contiennent d'une façon constante.

### LE BACTÉRIOPHAGE EN THÉRAPEUTIQUE

Si l'on admet que le bactériophage joue un rôle dans l'immunité, il vient immédiatement à la pensée qu'on peut l'utiliser comme agent thérapeutique dans le traitement d'un certain nombre de maladies infectieuses. J'envisagerai rapidement les infections dans lesquelles on l'a appliqué.

### DYSENTERIE

D'Hérelle avait traité sept cas de dysenterie à bacille de Shiga : dans toutes, il avait obtenu, après absorption du bactériophage par la bouche, une amélioration rapide, se manifestant par une diminution des symptômes généraux, une moins grande fréquence de selles et surtout, fait capital, par la disparition du bacille de Shiga dans les matières fécales.

Ces essais ont été confirmés de la façon la plus éclatante qu'il soit possible. Un savant de l'Institut Ostwaldo-Cruz, Da Costa-Cruz, a commencé par traiter vingt-quatre malades : ving-deux ont guéri dans les vingt-quatre heures ; dans quelques cas, l'action bienfaisante s'est même fait sentir après quatre ou cinq heures ; la répétition de la dose amena la guérison des cas qui avaient résisté à la première attaque.

En présence de ces résultats, l'Institut Ostwaldo-Cruz décida de faire des essais sur une grande échelle ; on y prépare à l'heure actuelle du bactériophage actif contre les bacilles dysentériques que l'on distribue gratuitement aux médecins. Les résultats obtenus semblent parfaits et « son action, surpasse celle des autres agents, le sérum y compris, car, la plupart des fois, les symptômes diminuent considérablement en quatre à huit heures, et le malade entre en convalescence après vingt-quatre à

quarante-huit heures ». Le Dr. Da Costa-Cruz m'a dit lui-même qu'à l'heure actuelle on n'employait plus d'autre thérapeutique contre les dysenteries bacillaires et que la préparation du bactériophage était devenue, au Brésil, une organisation officielle.

### FIÈVRE TYPHOIDE ET COLIBACILLURIE

Beckerich et moi-même avons traité pour la première fois des fièvres typhoïdes et des infections colibacillaires avec le bactériophage. Les résultats dans l'ensemble furent bons mais moins nets cependant et moins brillants que dans la dysenterie bacillaire.

### INFECTIONS STAPHYLOCOCCIQUES

Bruynoghe et Maisin, Gratia, Gougerot, Peyre, moi-même avons traité avec succès des infections staphylococciques telles que furoncles, anthrax, abcès, etc... Les lésions se flétrissent et disparaissent très rapidement.

### PESTE, CHOLÉRA

D'Hérelle a traité avec le bactériophage des cas des peste bubonique. Il a publié cinq observations de malade gravement atteints qui tous guérirent.

Enfin, les essais auxquels d'Hérelle procéda lui-même à l'heure actuelle aux Indes pour le traitement du Choléra ont donné, d'après les premiers renseignements, des résultats extraordinairement favorables.

### MALADIES ANIMALES

La typhose aviaire, le barbone des buffles, etc... son justiciables du traitement par le bactériophage.

Je n'insisterai pas sur les modalités de l'application du principe lytique pour la thérapeutique. Le principe général qui doitservir de ligne de conduite en ce suivant : se rendre compte d'abord si le microbe qui infecte le malade est bien lysé, si oui mettre le bactériophage directement en contact avec ce microbe (1).

### IMPORTANCE DE LA DÉCOUVERTE D'HÉRELLE EN BIOLOGIE GÉNÉRALE ET EN BACTÉRIOLOGIE

J'ai essayé de montrer, dans les pages qui précèdent, quelle importance avait le bactériophage en immunologie : encore une fois l'édifice laborieusement échafaudé de l'immunité s'écroule et il va falloir reconstruire un édifice nouveau avec un mélange de matériel ancien et neuf.

En thérapeutique, les plus grands espoirs nous sont permis : nous tâtonnons encore, nous hésitons sur la manière dont nous devons utiliser le nouveau médicament que nous possédons. L'exemple de la dysenterie, de la peste, des staphylococcies, est là pour nous encourager. Il est certain que si l'on veut s'appliquer, on réussira à faire disparaître avec le bactériophage un certain nombre de maladies infectieuses.

Mais ce n'est pas tout, et la découverte de d'Hérelle, la manière admirable dont il a conduit ses recherches, les conceptions nouvelles qu'il a introduites ont provoqué un courant d'idées, et ce n'est pas là son moindre mérite. On a réfléchi sur des faits qui paraissent bien connus, on a regardé de plus près des expériences, et déjà un certain nombre de faits ont été publiés qui ont une grande importance et sont en filiation directe avec la découverte du bactériophage.

Le principal d'entre eux est l'existence pour des bactéries banales, visibles et non filtrantes, de formes invisibles et filtrantes. Je ne peux insister ici sur les techniques

(1) On trouvera soit dans le livre d'Hérelle, soit dans le mien les diverses modalités d'application.

qui, à coup sûr, permettent d'obtenir ces formes. Mais elles existent et il est facile, à l'heure actuelle, d'avoir au laboratoire celles du B. typique et des para-typhiques, celles des B. dysentériques, celles du staphylocoque, etc... Ces germes dont nous croyons si bien connaître la morphologie, la reproduction, peuvent, à un moment donné, devenir si petits qu'ils échappent à nos microscopes, même les plus puissants. Peu à peu ils reprennent leur forme habituelle, ils redeviennent bacilles ou cocci, non sans avoir passé, d'ailleurs, par une forme visible anormale. Forme bacille, division par scissi parité, telle était notre ancienne conception du B. d'Eberth ; il faut lui ajouter aujourd'hui : forme invisible assez petite pour traverser les filtres de porcelaine.

Quel rôle jouent ces formes dans l'étiologie de certaines maladies infectieuses ? Nous ne le savons pas encore d'une façon nette, mais il est probable qu'il est considérable. J'ai déjà montré que pour la fièvre typhoïde, ces formes existaient dans les selles des convalescents, dans les eaux souillées. La dothiénentérie ne serait-elle pas causée par les formes filtrantes du B. d'Eberth qui, dans l'organisme, reconstituerait la forme « adulte » ?

C'est à l'heure actuelle, une hypothèse qu'on peut soutenir.

D'Hérelle et moi-même avons montré que les formes filtrantes du B. de Shiga étaient très résistantes à l'action du temps, puisque nous avons pu en repiquer qui avaient dix ans d'existence. On sait par ailleurs que le B. de Shiga, sous sa forme normale meurt très vite. Les formes filtrantes ne seraient-elles pas à l'origine des épidémies telluriques si fréquentes dans la dysenterie et dont la naissance est inexplicable ? Je n'insisterait pas plus longtemps sur ces faits : ils sont encore pour la plupart hypothétiques, mais méritent d'être regardés et étudiés de près.

L'existence de ces formes filtrantes et invisibles résoud un grand problème de biologie générale : il peut y avoir de la matière vivante que nous ne voyons pas. Jusqu'ici nous avons toujours cru que la vie était liée à la forme

cellulaire visible. Dès que nos microscopes ne nous montraient plus d'éléments organisés, si minimes soient-ils, nous avions la tentation de nier la vie. Les formes filtrantes des bactéries nous apprennent que nous étions dans l'erreur.

On voit, par ces quelques exemples, quelle portée immense a la découverte de d'Hérelle. La bactériologie subit une évolution profonde ; on s'attache de moins en moins à la morphologie, combien inconstante, pour regarder de plus près la biologie des bactéries. De tous ces travaux, de toutes ces recherches qui ne semblent, au premier abord, guère devoir sortir du domaine du laboratoire, on voit naître peu à peu des applications pratiques, des thérapeutiques nouvelles, des conceptions épidémiologiques qui ne pourront que nous donner des armes nouvelles contre la maladie.

## *Sur une monstruosité du Seigle vivace* (**Secale montanum Guss.**) *et l'identité des réactions au climat humide ou à l'état d'hybridation*

L. BLARINGHEM

Professeur à la Sorbonne.

Les épis que je présente à la Société ont été récoltés le 26 novembre à la Station Berthelot, à Bellevue (S. et O.) ; ils sont intéressants à divers titres. Les plus âgés, dont la maturité était complète fin septembre, à chaumes secs, montrent deux particularités, d'une part, la dissociation des épis terminaux, d'autre part, la persistance et la prolifération des épillets voisins du chaume ; ces derniers épillets présentent des axes plus ou moins allongés allant en décroissant de la base vers le milieu de l'épi, pour passer régulièrement aux épillets normaux à deux fleurs. Avant la désarticulation des épillets terminaux, ces monstruosités offraient les caractères d'une variété stable de Seigle cultivé, le *Secale Cereale* var. *monstrosum*, décrite par Kœrmick, (Handb. d. Getreidebaues, I, p. 128, 1885).

Sur la même plante, d'autres épis à chaumes encore verts et formés en octobre sont désséchés mais non désarticulés ; on y trouve plusieurs épillets bombés, tous par le développement d'Ergots (*Claviceps purpurea*) ; mais je puis affirmer que, malgré la constitution normale des épillets et des fleurs, aucune bonne graine ne s'est développée. Enfin, je présente deux épis formés en novembre, à rachis et à bractées encore vertes, qui sont

actuellement dans la phase de la floraison, et il est facile de reconnaître sur eux que les organes sexuels, étamines et ovaires, y sont en nombre normal et bien conformés. Malgré leur épanouissement, eux aussi resteront stériles. L'examen des conditions dans lesquelles ces différents épis ont été récoltés montre que la stérilité des épis formés de septembre à novembre à Bellevue est corrélative de la faible et de la tardive lignification des chaumes.

De nombreux épis de ces trois catégories ont été récoltés sur des plantes de *Secale montanum* Guss., en culture depuis 1925 à Bellevue, plantes vivaces qui répondent aux moindres détails de la forme décrite en 1825 (*Index sem. hort. boccard.*) et qui a été réuni depuis à *Secale Cereale L.*, comme le type sauvage du Seigle commun croissant à la limite des forêts en Espagne, en Sicile, en Grèce et en Serbie, en Asie mineure et jusque dans l'Asie Centrale. J'y note l'absence des poils sur les chaumes, à la base des épis, caractère habituel mais plus ou moins développé, chez presque tous les Seigles annuels cultivés.

1° Or les Seigles vivaces de Bellevue, quoique âgés seulement de deux ans, y forment des touffes énormes, chaque plante couvrant près d'un quart de mètre carré, fournissant de juin à décembre des centaines de talles. Les premiers épis développés en juillet et en août se dessèchent simultanément avec les épis des Seigles annuels ; ils se désarticulent complètement et donnent quelques rares graines surtout si des lots de Seigle annuel sont cultivés dans leur voisinage ; ils ne sont donc pas strictement stériles ; je ne puis toutefois affirmer que les graines récoltées sont des *Secale montanum* purs, car tous les essais de fécondation croisée entre plantes vivaces dans des sacs d'isolement ont échoué. Quoiqu'il en soit, même dans les conditions les plus favorables, le nombre des graines formées est très faible ; en 1927 j'en ai récolté une vingtaine pour 8 plantes ayant fourni au total près de 500 épis. Toujours la production des graines est localisée au cours de quelques semaines, ou mieux de quelques journées.

On pourrait attribuer cette stérilité à des difficultés dans les processus de la maturation des éléments sexuels

ou de la formation des embryons, difficultés résultant d'un climat limite pour cette céréale ; je crois plutôt qu'il faille la considérer comme une caractéristique corrélative de l'état vivace. Je l'ai constatée en effet pour une espèce très voisine, quoique portant un autre nom de genre, l'*Haynaldia villosa* Schur que Linné avait nommée dès 1753 (Spec. plant. Ed. 1, p. 84) *Secale villosum*. La forme de montagne vivace mais qui ne passe pas l'hiver sans protection à Bellevue (S.-et-O.) n'y donne aucune bonne graine ; mais la production des graines paraît aussi exceptionnelle dans l'Atlas où on la trouve çà et là à l'état sauvage. Par contre, une forme annuelle d'*Haynaldia villosa* que j'ai récoltée en 1922 à Bonifacio (Corse) et que je cultive depuis à Bellevue y donne chaque année des milliers de bonnes graines et aucun épi formé de juillet à octobre n'est stérile.

Bref, tout se passe, pour l'*Haynaldia* comme pour le *Secale*, comme si les souches vivaces, les seules communes à l'état sauvage, étaient stériles ou presque, comme si les formes annuelles sélectionnées et propagées par l'homme avaient conservé cette qualité de fertilité et de rapidité de maturation qui caractérise les plantes cultivées.

2° Il suffit d'autre part de suivre côte à côte les plantes vivaces et les plantes annuelles de même spécieïté pour constater que la différence fondamentale est *uniquement* la dessiccation ou plutôt *la lignification des chaumes*. La lignification se traduit pour *Secale montanum*, comme pour *Haynaldia villosa*, par la désarticulation rapide, même avant la maturité de tous les épillets, des épillets situés à l'extrémité des épis ; dans ces conditions, il devient difficile de récolter un épi entier. Or il est manifeste, sur les chaumes des plantes de *Secale montanum* cultivés à Bellevue, que la désarticulation, et par suite la lignification régulière qui entraîne la désarticulation, exige une certaine quantité de chaleur ; elle est totalement enrayée au cours des mois frais ou à longues nuits froides d'octobre et de novembre, bien que les fleurs parviennent à cette époque à leur complet épanouissement.

3° L'explication physiologique de la prolifératon des

épillets inférieurs des épis formés en septembre ne diffère guère de celle qui vient d'être donnée pour différencier les cas extrêmes des épis formés en juillet et des épis formés en octobre. En septembre de l'année humide 1927, la dessiccation corrélative de la lignification n'a affecté que les épillets terminaux des inflorescences ; la continuité de l'assimilation des chaumes a mis à la disposition des épillets basaux des matériaux sucrés qui ont déterminé leur prolifération en même temps que l'inhibition de la production locale de lignine entre les articles des rachis ; cette continuité se traduit par la formation d'épillets à rachis d'autant plus allongés que ces épillets sont insérés plus bas sur les épis.

Imaginons, fait que je n'ai pu observer mais possible, qu'une dessiccation brusque succède à la période humide ayant produit cette prolifération locale ; la chaleur aidant, les articles des épillets surnuméraires se lignifieront et fourniront de bonnes graines, qui, formées dans des conditions exceptionnelles, pourront elles-mêmes donner naissance à des monstres héréditaires tels que le *Secale Cereale* var. *monstrosum*, forme de Seigle héréditaire décrite par Kornicke (1885).

En réalité, on a observé la formation de ces épis ramifiés de *Secale* dans les hybrides de *Secale* × *Triticum* suivis par T. Vschemak (épi figuré dans *Die Zücht. d. Hauptgetreidearten* de C. Fruwirth, 2e éd., 1910, p. 185) ; mais j'ai montré ailleurs la corrélation qui existe entre la stérilité et l'absence de lignfication des rachis des épis de *Triticum turgidum* × *Secale* (*Bull. Soc. bot. Fr.*, 1924, t. LXXI, pp. 1058-1068 et pl. XI) ; c'est en définitive la même cause chimique, résultant de conditions physiques différentes.

# BIBLIOGRAPHIE

TRAIAN SAVULESCU et SANDA : *Essais expérimentaux. Traitement par le formol des semences de betterave à sucre* (*Moniteur de la Protection des Plantes* I, Rome 1927(.

Pendant l'été 1924, a apparu dans les cultures de betteraves à sucre en Roumanie, et surtout dans la vallée du Danube, la maladie connue sous le nom de gommose bactérienne de la betterave et qui est produite, comme on le savait, par une association de bactéries. Les pertes qu'ont dû subir les cultivateurs de la betterave et les fabricants de sucre, ont été pour l'année en question de 60-70 %, et par places même de 100 %.

Les essais que nous avons fait pour ensemencer les bactéries en partant directement des organes attaqués nous ont montré que cette maladie est provoquée par un Coccus. Chose qui a été confirmé aussi par RAMBOUSEK (1).

Pour l'étude complète de la maladie nous avons pratiqué des cultures expérimentales dans le champ. Ces expériences ont été commencées pendant l'été 1924 et ont été faites sur 14 parcelles de 15 mètres carrés chacune. Ces parcelles ont été béchées jusqu'à la profondeur de 25 centimètres et ont été ensemencées par les graines de betteraves à sucre fournies par sept maisons de sélection pour les semences de betterave. Pour chaque lot de semences ont été réservées deux parcelles, mais pour une de ces deux parcelles les semences ont été préalablement traitées par une solution de formol de commerce à 0,025 %, dans lequel les semences ont été plongées pendant une heure. Les semences ainsi traitées étaient étendues au soleil pour sécher, mais elles ont été ensemencées quand elles étaient encore humides. L'ensemencement s'est fait le même jour et dans les mêmes conditions pour toutes les parcelles. La distance entre les rangs était de 35 centimètres et les ensemencements ont été faits dans la direction N.-S. Les observations dans le champ nous ont montré qu'ont germé tout d'abord les semences traitées par le formol ; celles qui n'ont pas été traitées, ont germé 2 à 4 jours plus tard. Les plantes dans les parcelles ensemencées par les graines traitées par le formol ont été plus vigoureuses pendant toute la période de végétation, se sont développées visiblement mieux et ont eu une apparence plus svelte : elles présentaient une rosette de feuilles plus grandes, d'un vert plus foncé et elles étaient plus gaufrées.

(1) RAMBOUSCK, *Ber. über die Abt. für Rübenhyg. des Forschungsinst. d Cechosl. Zuckerind. in Prag. f. d. Jahr*, 1924 /26, in *Zeitsch. f. d. Zückerind. d Cechool. Rep. Prag*, 1925, N° 48 ; *Die Kokkenkrankheit d. Züchernube, Beilage d. Zeitschrift f. d. Zuckrerendotire Cechool. Rep. Prag*, 1924, 38.

En été nos betteraves ont souffert de la grêle, surtout celles qui ont été sur des parcelles traitées par le formol, car leurs feuilles ont été plus grandes et présentaient une plus grande surface pour les coups de la grêle. Toutefois nos observations ultérieures nous ont montré que ces plantes se sont redressées et rétablies plus vite que les autres, qui poussaient sur les parcelles ensemencées par des graines non traitées par le formol. Pendant la récolte, chaque betterave a été pesée pour son propre compte et pour chaque parcelle séparément. On a obtenu ainsi une série de variations du poids des betteraves pour chaque parcelle et ensuite, par des calculs, nous avons obtenu de pareils résultats :

| N° des parcelles | N° des individus analysés | Poids total en kgr. | M | T | *em* | Observations |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 128 | 64,67 | 518,75 | 328 | 29 | |
| 1F | 131 | 86,62 | 634 | 290 | 25,35 | |
| 2 | 131 | 70,71 | 557,60 | 335 | 29,28 | La lettre « F » située |
| 2F | 118 | 78,13 | 607,6 | 271 | 24,91 | près du numéro de la |
| 3 | 121 | 58,8 | 530,1 | 227 | 25,18 | parcelle, indique que |
| 3F | 136 | 82,95 | 560,3 | 291 | 25,08 | cette parcelle a subi le |
| 4 | 132 | 68,77 | 524,2 | 281 | 24,62 | traitement. |
| 4F | 134 | 98,17 | 700 | 433 | 37,65 | M = le poid moyen |
| 5 | 124 | 77 | 640,4 | 312 | 27,58 | d'un individu en gr. |
| 5F | 129 | 95,87 | 763,3 | 367 | 32,33 | T = variation stan- |
| 6 | 132 | 69,74 | 511,66 | 309 | 26,91 | dard. |
| 6F | 146 | 83,99 | 562,3 | 296 | 24,53 | *em* = erreur moyenne. |
| 7 | 129 | 65,69 | 492,9 | 264 | 23,25 | |
| 7F | 131 | 75,95 | 564,1 | 303 | 26,48 | |

Nous pouvons voir d'après les données de ce tableau général que les parcelles ensemencées par des graines traitées par le formol, donnent une augmentation considérable de production. Une analyse chimique nous a également fait voir une augmentation en % du sucre dans les betteraves à semences traitées par le formol. Comme toutes les parcelles ont été traitées également pendant leur période de végétation et comme le seul facteur qui variait était justement le traitement par le formol, nous pouvons en tirer la conclusion que les différences obtenues sont dues à ce seul et unique facteur — au traitement. Le formol, introduit dans le sol ensemble avec les semences, agit comme un désinfectant, en opérant une désinfection partielle par sa faible concentration.

CESARE SIBILIA : *Il batteriofage nella patologia vegetale* (*Bolletino della R. Stazione di Patologia vegetale*. Anno VI, nuova Serie, nº 3, pp. 200-209, Roma Luglio 1926).

Un des sujets les plus actuels et les moins approfondis de la Pathologie Végétale, mais qui offre un grand intérêt, et dont l'étude paraît devoir être des plus fructueuse, est celui de la bactériolphagie, produite par un principe qu'on peut isoler des bactéries parasites et désigné par d'HÉRELLE sous le nom de *bactériophage*.

Depuis la découverte d'HÉRELLE et la publication de l'hypothèse par lui formulée pour expliquer le phénomène de la bactériophagie ou lyse en série, une multitude d'autres recherches ont contribué à expliquer ce phénomène merveilleux. Si les expériences se sont multipliées, les hypothèses proposées pour expliquer le phénomène autrement que ne l'avait fait d'HÉRELLE, sont devenues nombreuses.

De la recherche scientifique pure et simple on est passé très rapidement, dans le camp de la médecine, aux applications pratiques, cherchant à employer et à utiliser du point de vue thérapeutique, le pouvoir bactéricide du bactériophage. Il existe déjà dans le commerce des liquides bactériophages applicables dans les cas des maladies humaines telles que le Typhus, la Dysenterie, etc. Quelques-uns de ces produits, préparés avec le plus grand soin, ont déjà donné les meilleurs résultats en thérapeutique humaine ; il n'est, semble-t-il, pas vain d'espérer qu'ainsi est ouvert un brillant avenir pour la lutte contre d'autres maladies bactériennes qui attaquent l'homme.

Si depuis la découverte du bactériophage, en 1917, les études se sont multipliées dans le camp de la biologie humaine et animale, très rares, au contraire, ont été jusqu'à présent les travaux relatifs à la bactériophagie dans le monde des bactéries parasites des plantes.

Cette lacune dans le camp de la Pathologie Végétale est déplorable soit parce qu'elle prive ainsi cette science de recherches qui auraient pu accroître nos connaissances sur les maladies bactériennes et sur leur thérapie, soit parce que la contribution des botanistes à la solution des remarquables problèmes d'une portée générale qui se relient à la bactériophagie (nature et diffusion du bactériophage, sa mono- ou polyvalence, possibilité d'application pratique du bactériophage, sa position systématique dans la catégorie des ultramicrobes) pourrait être intéressante.

Toutefois, une certaine contribution, d'ailleurs jusqu'à présent modeste, a été apportée par quelques botanistes, et la série de leurs travaux a débuté par les mémoires de GERRETSEN, GRYNS, SACK et SÖHNGEN en 1923.

Résumons ce qui concerne l'étude de la bactériophagie en Pathologie Végétale.

### TECHNIQUE DE L'ISOLEMENT

Tous les bactériophages d'origine végétale ont été obtenus, avec les modifications appropriées, à partir de la technique employée et décrite par d'HÉRELLE. Dans le cas du bactériophage des bactéries des légumineuses, les tubercules furent stérilisées avec du sublimé à un pour mille, puis lavés, ensuite broyés au mortier, et ensuite la bouillie fut introduite dans un substratum nutritif liquide, constitué essentiellement par des bouillies de plantes hôtes de cette bactérie. Dès que la culture fut suffisamment développée, le liquide fut filtré

à travers une bougie de Berkfeld. On obtint ainsi un liquide clair contenant le principe lytique.

Dans d'autres cas, comme pour les pourritures du Chou et de la Pomme de terre, des portions évidemment pures de colonies bactériennes furent cultivées en liquide nutritif et puis filtrées.

La technique pour la démonstration de la lyse transmissible est sans aucune modification celle employée par d'Hérelle et les autres chercheurs : dans 9 centimètres cubes d'une jeune culture sur bouillon de la bactérie est introduit 1 centimètre cube de principe lytique (ou encore un petit nombre de gouttes suivant le cas). Ensuite on prélève 1 centimètre de liquide qu'on ajoute à neuf autres centimètres de culture sur bouillon. On répète cette opération à un grand nombre de reprises.

Afin de s'assurer que dans le bouillon de culture n'existent plus de bactéries vivantes, on a également recours en Pathologie Végétale à des ensemencements de ce liquide sur Agar. De cette manière le défaut de culture bactérienne constitue une démonstration de l'absence de germes. De la formation de colonies, on peut déduire le nombre de germes encore vivants dans le bouillon de culture. Ce processus doit être répété à intervalles, durant l'action du bactériophage. Il est possible de suivre le phénomène de la lyse et d'en établir l'intensité.

### DIFFUSION DU BACTÉRIOPHAGE DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL

Les bactériophages ont été isolés en grand nombre des bactéries parasites des animaux et de l'homme, bien que fort peu ait été fait en Pathologie Végétale, on peut dire que faisant état des recherches qui ont été exécutées jusqu'à présent, on ne se hasarde pas en disant que chez les plantes elles-mêmes, les principes lytiques sont très nombreux. Jusqu'à présent, ils ont été isolés des tubercules des légumineuses, de la pourriture du Chou, de la pourriture de la Carotte, de la pourriture de la Pomme de terre et des tumeurs du *Bacterium tumefaciens* sur *Beta vulgaris*.

Il est par suite licite de déduire que de nombreux principes lytiques pourront à l'avenir être obtenus à partir d'autres tumeurs et altérations bactériennes des plantes ; par exemple des tumeurs de l'Olivier, du Pin d'Alp, de la pourriture de la Jacinthe (*Pseudomonas Hyacinthi*) des altérations produites par le *Bacillus ampelpsorae* ; *B. vilivorus* et *B. amylovorus*) etc... Il n'est pas permis de croire que le bactériophage se trouve exclusivement dans la partie malade de la plante. Dans certains cas, en effet, il fut par exemple extrait de portions de racines de légumineuses dépourvues de tubercules, et de la tige de cette plante. Ainsi arrive-t-on à supposer que les principes peuvent émigrer dans tout le corps de la plante, en filtrant à travers la membrane plasmatique. Chez les légumineuses ; la recherche du bactériophage a donné des résultats négatifs pour ce qui concerne les feuilles et la gousse ; mais ceci ne suffit pas à affirmer formellement que ces organes ne sont pas affectés.

De même que le bactériophage a été trouvé dans l'eau de quelques fleuves (Seine, Gange, etc...) spécialement aux points où aboutissent les eaux d'égoût, de même il a été rencontré dans les terrains cultivés, qui ont reçu des engrais organiques dans lesquels, grâce à la diversité de cultures, il y a un plus grand nombre de bactéries parasites. Inversement, le bactériophage n'a pas été isolé de la terre de bruyère et des bois.

PROPRIÉTÉS DU BACTÉRIOPHAGE D'ORIGINE VÉGÉTALE

Les produits du principe lytique extraits des plantes sont essentiellement les mêmes que celles du bactériophage d'origine animale. De plus, en Pathologie Végétale, les bactériophages isolés se montrent en principe peu actifs si bien qu'au premier passage, ils ne provoquent qu'un léger enrichissement du milieu cultural contenant la bactérie correspondante.

Les passages successifs augmentent notablement l'activité et l'énergie lytiques, et déjà, au bout de trois, quatre, cinq passages, on obtient des filtrats capables de produire la lyse complète des bactéries contenues dans le milieu de cultures, parce que celle-ci est à l'état jeune. Pendant les passages suivants l'énergie lytique augmente pendant un certain temps, pour rester ensuite stationnaire.

Dans les cultures sur bouillon des bactéries parasites des animaux contenant le bactériophage ont souvent été observées deux phases qui alternent, savoir, au début une maigre végétation de la bactérie, ensuite une prédominance absolue du bactériophage qui met complètement en danger la culture sur bouillon. Après quoi se produit un nouveau développement des bactéries suivi d'une autre lyse et ainsi de suite. Ce phénomène a été expliqué par la formation d'individus résistants de la bactérie qui seraient de petits organismes qui traverseraient le filtre de Berkefeld. Prenant dans une anse de platine du bouillon ainsi clarifié et le transportant sur gelose, nous obtenons ainsi des colonies bactériennes d'un aspect particulier qui ne sont pas détruites par le bactériophage et qui sont dites colonies secondaires.

Pour les bactéries parasites des végétaux ce phénomène n'a pas encore été clairement observé, quoique quelquefois on ait constaté dans les cultures sur bouillon un trouble succédant à un faible éclaircissement. Ceci est peut-être dû à un début d'entrave apporté à l'accroissement plutôt qu'à la production de formes résistantes. Les dilutions qui ont été éprouvées dans le domaine de la pathologie végétale sont de : 1.000.000.000.000.000.000 pour le *Bacillus carotovorus*. Il a été observé dans ce cas que l'action du bactériophage ne s'atténue pas avec le temps, mais augmente au contraire notablement. En fait, tandis que le filtrat de la récente préparation a empêché l'accroissement de la bactérie jusqu'à une dilution de 1 : 100.000.000.000, le même principe laissé inactif pendant un même nombre de mois donne à l'essai suivant les résultats négatifs vis-à-vis de l'accroissement même à la dilution de : 100.000.000.000.000.000.

La conservation pure et simple du bactériophage n'a pas donné des résultats réguliers. Dans certains cas, l'activité est augmentée dans d'autres cas, elle est diminuée beaucoup plus rapidement que dans le cas du bactériophage d'origine animale. Mais au bout de cinq mois et demi, ces principes ont encore une petite action.

La dessiccation n'a pas exercé d'action au moins pour la durée pour laquelle furent faites les expériences : deux mois.

Au sujet de la température que le principe lytique peut supporter, il n'y a pas accord parfait parmi les auteurs. D'Hérelle affirme que ses bactériophages résistent pendant quelques minutes à la température de 65° C. Davidson note encore une résistance à 67° C. Des recherches sur les bactériophages végétaux, il résulte au contraire que l'action d'une température de 30° à 56° C ne produit sur le bactériophage des tubercules des légumineuses qu'une légère diminution d'activité. Une température de 60° prolongée pendant 30 heures

le tue complètement. Le principe lytique extrait du Chou qui pourrit perd toute activité à 63° C pendant 30 heures. Pour le bactériophage de la pourriture de la Carotte, la température optima est comprise entre 8° et 56° C.

L'exposition aux rayons ultra-violets a été tentée pour le seul bactériophage des tubercules des légumineuses. On a vu qu'une irradiation à 30cm pendant 5, 15 et 30 minutes d'une plaque sur laquelle avait été déposé le liquide bactériophage n'a produit sur ce dernier aucune modification. En effet, un ensemencement subséquent de bactérie opéré sur la plaque préalablement soumise aux rayons ultra-violets n'a été suivi d'aucun développement. L'exposition aux rayons ultra-violets effectuée sur le liquide bactériophage contenu dans le tube de quartz, pendant une durée de deux heures et demie, a provoqué la mort du principe.

Cette manière de se comporter du bactériophage est remarquable, car elle dénote une grande résistance, notablement supérieure à celles des bactéries correspondantes qui meurent au bout de 15 minutes d'exposition.

*Polyvalence du bactériophage.* — C'est une importante question qui a déjà été étudiée dans le domaine des maladies des animaux, mais qui n'a point encore été résolue. Selon certains, le principe bactériophage est unique et actif contre toutes les bactéries parasites : théorie de la polyvalence.

Selon d'autres, au contraire, chaque parasite a une propriété bactériophage spécifique, qui seulement dans un petit nombre de cas, et après un contact prolongé, pourrait agir légèrement sur les autres bactéries, spécifiques par adaptation : théorie de la monovalence.

La plus grande partie des recherches sur ce sujet, ont été faites avec les bactériophages extraits des animaux et de l'homme sur les parasites de ces derniers, ou avec les bactériophages extraits des plantes sur d'autres parasites végétaux ; ces expériences ont été effectuées avec les bactériophages végétaux sur les parasites animaux. Dans les deux premiers cas, il a été observé que le bactériophage spécifique pour une bactérie déterminée a encore un effet lytique, plus ou moins énergique sur un grand nombre des bactéries autres que celles sur lesquelles il a été éprouvé. Dans le domaine animal, on a cherché à expliquer ce fait en admettant que deans les organes malades, existent deux ou plusieurs bactériophages spécifiques, mais cette hypothèse est peu vraisemblable, soit pour les parasites des animaux, soit pour les parasites des plantes, lesquelles furent inoculées expérimentalement à l'état pur et ne pouvaient que difficilement contenir un principe lytique légué par d'autres bactéries.

En pathologie végétale, furent expérimentés les bactériophages extraits de la pourriture du Chou, non seulement sur d'autres bactéries parasites des plantes, mais encore sur des bactéries parasites des animaux.

Les bactériophages donnèrent des résultats positifs, même après de nombreux passages, sur de nombreux autres parasites végétaux ; les résultats inversement constamment négatifs furent obtenus en maintenant en contact les bactériophages végétaux avec les bactéries parasites des animaux. C'est ainsi par exemple que le principe lytique obtenu à partir de la pourriture de la Carotte ne produit ni lyse, ni limitation d'accroissement sur *Bacillus typhosus*, *B. coli*, *B. dysenteriæ*, *Bacterium sanguinarium*, *B. pullorum*, etc...

Selon certains, les bactériophages d'origine végétale auraient une spécificité très élevée, comparativement à ceux d'origine animale. En fait, les bactériophages extraits des tubercules de certaines espèces de légumineuses agissent sur les bactéries des autres espèces. De plus,

les principes lytiques, obtenus à partir des bactéries d'une espèce déterminée, n'ont pas d'action sur les bactéries de la même espèce de légumineuses, mais ayant une origine différente. Inversement, d'autres résultats, comme il a été vu, seraient en faveur de l'hypothèse d'une polyvalence du bactériophage vis-à-vis d'autres parasites des plantes. Il est bon, par suite, d'observer qu'à la formation du principe bactériophage, concourent non seulement l'organisme parasite (bactérie) mais encore l'hôte ; entre ces deux organismes s'établissent des rapports symbiotiques. Ainsi on peut supposer que la nature du bactériophage des plantes est différente de celle du bactériophage des animaux, et que, par suite, règle générale, les uns ne peuvent pas agir sur les bactéries parasites des autres et vice versa.

Somme toute, dans l'état actuel des recherches, il est impossible de conclure pour la monovalence ou pour la polyvalence du bactériophage.

### NATURE DU BACTÉRIOPHAGE

De toutes les recherches qui ont été faites, il résulte que le principe lytique isolé des plantes s'est toujours comporté d'une manière à bien des égards semblable à ceux extraits des animaux, soit par son action, soit par ses propriétés. Par suite, sa nature doit être analogue.

Ce n'est point ici le lieu de s'en référer aux diverses hypothèses émises sur la nature du bactériophage, hypothèses que d'autres biologistes ont déjà formulées et illustrées pour la partie animale.

Relativement aux végétaux, les expérimentateurs sont d'accord avec d'Hérelle pour attribuer au bactériophage une nature corpusculaire et non ensymatique.

Il s'agirait par conséquent d'un véritable ultra microbe, filtrable même à travers des sachets de collodion les plus subtiles, non encore observé, mais connu dans sa biologie. Celui-ci ne se développerait pas dans la culture pure des bactéries, mais l'hôte supérieur serait nécessaire pour sa multiplication, on n'a jamais pu isoler un bactériophage de la culture artificielle des bactéries parasites des plantes.

Jusqu'à présent, la nature du bactériophage est encore incertaine ; la nature de l'organisme n'est pas encore démontrée, malgré quelques observations microscopiques et ultra-microscopiques de d'Hérelle. Il n'est pas improbable qu'un jour on parvienne, ainsi qu'on a déjà tenté de le faire, pour d'autres microbes, à le mettre en évidence en recourant à des radiations de très faible longueur d'onde, par exemple aux radiations ultra-violettes, qui, imperceptibles à notre œil, impressionnent la plaque photographique.

Cette technique complexe, mais très sensible, et facile, est peut-être susceptible de jeter une remarquable lumière sur ce phénomène si captivant et si fécond en applications possibles.

### LE BACTÉRIOPHAGE ET L'IMMUNITÉ

Déjà même encore au moment où nos connaissances sur le bactériophage sont ainsi incomplètes et fragmentaires, se présente la possibilité de grandioses applications du bactériophage dans le domaine des maladies bactériennes des plantes. Dans le domaine de la biologie animale, les applications thérapeutiques du principe lytique sont déjà nombreuses ; on peut donc concevoir que quand nos connaissances seront accrues, la thérapie végétale pourra en

retirer d'appréciables avantages. quelques tentatives d'immunisation des plantes, relativement à quelques bactéries parasites au moyen des inoculations sur le terrain du principe bactériophage, ont déjà été faites ; les résultats encore incertains ne devront pas décourager, mais doivent au contraire inciter à tenter de nouvelles expériences.

Les brillants résultats, obtenus sur l'homme et les animaux, doivent permettre d'espérer apporter des modifications opportunes, ou pouvoir procurer aux plantes le bénéfice des effets des bactériophages.

TRAVAUX SUR LE BACTÉRIOPHAGE D'ORIGINE VÉGÉTALE

1°. Gerretsen F.-C., Cryns. A. Sack, J. and Söhngen N.-L : Das Vorkommen eine Bakteriophagen in den Wurzellknölchen der Leguminosen *Centralblatt für Bakter*, LX, 14-17, pp. 311-316, 1923.

2° Mallmann W., L. and Hemstreet C Isolation of an inhibitory substance from plants « *Journal agricultural Research* », XXVIII, pp. 599-602, 1924.

3° Coons G.,-H. and Kotila J.-E. : The transmissible lytic principle (Bacteriophage) in relation to plant pathogens. « *Phytopathology* » : XV, 7, pp. 357-370, 1925.

4° Israilsky W.-P. (von) Bakteriophage und Pflanzenkrebs « *Centralblatt für Backter.* », LXVIII, 8-15 pp. 236-242, 1926.

ERRATA :

Dans le mémoire : A.-J. Riker : Une maladie bactérienne des Fèves, (*Revue de Pathologie Végétale*, Tome XIV, n° 3, p. 189-190, juillet-septembre 1927 :

A la page 189, ligne 24, il faut lire : Pois (*Pisum sativum*) et non : Pois de Senteur (*Lathyrus odoratus*) ;

A la page 200, il faut rectifier le numéro sous lequel l'organisme a été classé. C'est 5011-32100-0202 au lieu de : 5011-32105-0202.

# TABLE DES MATIÈRES

## Tome XIV

(1927)


| | Pages |
|---|---|
| Liste générale des membres de la société | 2 |
| Séance du 7 janvier 1927 | 21 |
| Gard : A propos des Mourios de l'Aveyron | 24 |
| Moreau : La sélection généalogique et la lutte contre les maladies des plantes | 27 |
| Perret : Quelques remarques à propos du Mildiou de la pomme de terre | 30 |
| Trouvelot : Traitement permettant de combattre les punaises phytophages | 34 |
| Séance du 4 février 1927 | 37 |
| V. Ducomet : Les rouilles du blé au cours de la campagne 1925-1926 | 39 |
| Magrou : Remarques sur la bactériologie et l'anatomie du Crown-Gall | 45 |
| Séance du 4 mars 1927 | 51 |
| Dufrenoy : Le rôle des vacuoles dans les cellules glandulaires | 54 |
| P. Eftimiu et S. Kharbush : Recherches sur les Exobasidiées | 62 |
| Bibliographie : P.-A. Dangeard : Recherche sur l'assimilation Chlorophyllienne | 89 |
| J. Erikson : Die Pilzkrankheiten der Landwirtschaftlicher | 91 |
| L. Rives : Recherches sur quelques formes de dépérissement | 92 |
| Quintanhila : O problemas das plantas carnivorus | 96 |
| Fawcette et Lee : Citrus diseases and their control | 96 |
| Séance du 1er avril 1927 | 98 |
| L. Garbowski : Ustillago triciti sur les gaines foliaires du blé | 100 |
| C. Arnaudi : A propos de quelques expériences sur l'immunité acquise des végétaux | 103 |
| P. Voukassovitch : Observations biologiques sur les parasites de *Plutella maculipennis* | 113 |
| Séance du 7 mai 1927 | 119 |
| G. Nicolas et Mlle Aggery : Une maladie bactérienne de l'Épinard | 121 |
| Bezssonoff : Sur le rôle des vitamines par rapport aux végétaux | 142 |
| Séance du 3 juin 1927 | 156 |
| Dr J. Magrou : Erwin F. Smith | 160 |
| Compte rendu financier pour 1927 | 164 |
| P. Eftimiu : Étude cytologique sur la famille des Exoacsées | 166 |

A.-L. Guyot : Quelques observations nouvelles sur les Ligniera radicicoles,... 176
Bibliographie : R. Lyon, G. Fron et J. Fournier : Caractérisation des bois vieux par rapport aux bois verts... 184
Séance du 1er juillet 1927... 186
A.-J. Riker : Erwin F. Smith... 189
Alabouvette et Meneret : A propos d'un Aecidium sur Thalictrum... 191
V. Ducomet : La carie du seigle... 193
G. Nicolas et Mlle Aggery : Sur un Heterosporium parasite de l'Oignon... 195
A.-J. Riker : Une maladie bactérienne des Fèves... 199
J. Dufrenoy : Un Phytopthora parasite du Néflier du Japon. 201
J. Dufrenoy : Étude expérimentale des relations des Verticillium... 207
J. Dufrenoy : Dépérissement des rameaux de Cédratiers... 215
E. Foex : Un Oïdium de l'Hortensia... 217
B. Pouthiers : Les parasites de la « Tordeuse de l'Œillet »... 224
L. Sémichon : Fixation et conservation de la couleur par l'emploi d'un seul liquide... 228
Bibliographie : P. Nobecourt : Contribution à l'étude de l'immunité chez les végétaux... 230
R. G. Wenner : Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes des Lichens... 232
Séance du 7 octobre 1927... 238
Séance du 4 novembre 1927... 242
Mme et M. Magrou : Radiations émises par le *Bacterium tumefaction*... 244
V. Ducomet : Rouille des céréales et rendement... 247
Séance du 2 décembre 1927... 253
C. Perret : Les maladies de la Pomme de terre dans le Forez en 1927... 259
S. S. Kharbush : Étude cytologique sur le *Phyllachora graminis* (Pers) Fel... 267
P. Hauduroy : Le Bactériophage de d'Hérelle... 272
Blaringhem : Sur une monstruosité du seigle vivace Secale Montanum Guss et l'identité des réactions au climat humide ou à l'état d'hybridations... 303
Bibliographie : Savulescu : Essais expérimentaux, traitement par le formol des semences de betterave à sucre... 307
Cesare Sibilla : Il batteriofage nella patologia vegetale... 309
Errata... 314
Table des matières... 315

Imp des Presses Universitaires de France, 49, bd. St-Michel, Paris, 5e. — 12-1927